

**EVALUASI DRAINASE DALAM MITIGASI  
BENCANA BANJIR DI KELURAHAN BUDIMAN  
KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI**

**TUGAS AKHIR**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
JAMBI  
2023**

**EVALUASI DRAINASE DALAM MITIGASI  
BENCANA BANJIR DI KELURAHAN BUDIMAN  
KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI**

**TUGAS AKHIR**

**Karya Ilmiah Sebagai Salah Satu Syarat Guna Meraih Gelar Sarjana Teknik  
Lingkungan dari Universitas Batanghari**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
JAMBI  
2023**

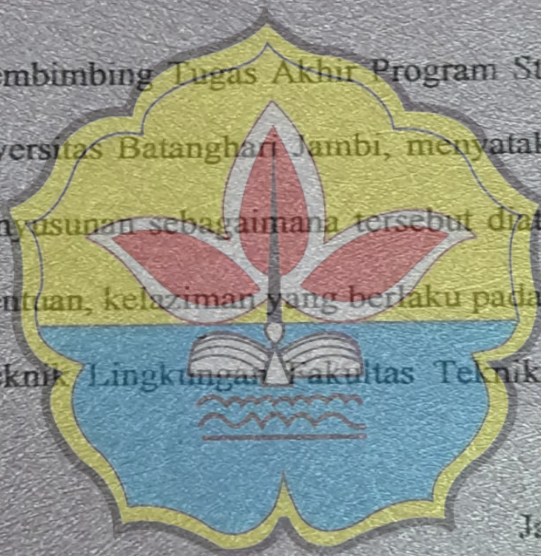
**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**EVALUASI DRAINASE DALAM MITIGASI BENCANA BANJIR**  
**DI KELURAHAN BUDIMAN KECAMATAN JAMBI TIMUR**  
**KOTA JAMBI**

Oleh:

**RETNO SETIANINGSIH**

1800825201064


Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi 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 Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

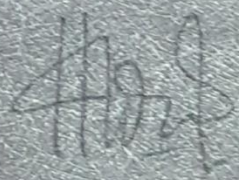


Jambi,                      April 2022

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

  
**Marhadi, ST, M.Si**  
**NIDN. 1008038002**

  
**Hadrah, ST, MT**  
**NIDN. 1020088802**

HALAMAN PENGESAHAN


EVALUASI DRAINASE DALAM MITIGASI BENCANA BANJIR  
DI KELURAHAN BUDIMAN KECAMATAN JAMBI TIMUR  
KOTA JAMBI

Tugas akhir ini telah dipertahankan Pada Sidang Tugas Akhir Komprhensif  
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari


Nama : Retno Setianingsih  
NPM : 1800825201064  
Hari/Tanggal : Kamis/ 02 Februari 2023  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik


TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :


1. Anggrika Riyanti, S.T, M.Si (  )  
NIDN. 1010028704

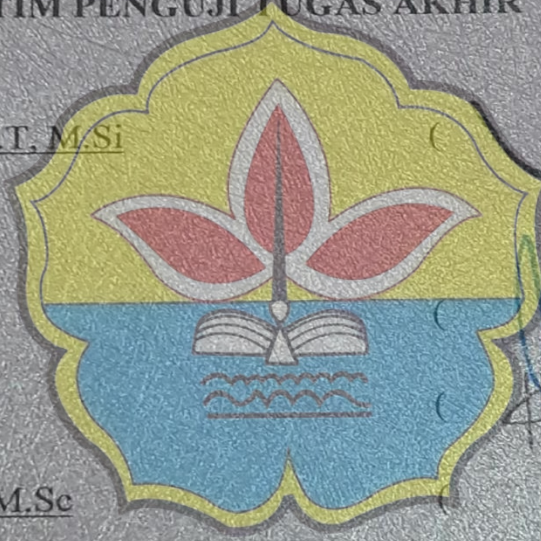
Angota :

2. Marhadi, ST, M.Si (  )  
NIDN. 1008038002

3. Hadrah, ST, MT (  )  
NIDN. 1020088802

4. Dian Afriyanti, SP, M.Sc ( )  
NIDN. 1021048101

5. Asih Suzana, ST,MT (  )  
NIDN. 1016068408



Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME  
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan

Marhadi, ST, M.Si  
NIDN. 1008038002

## ABSTRAK

Penambahan jumlah penduduk juga menjadi masalah sendiri bagi daya tampung drainase. Meningkatnya jumlah penduduk berarti bertambahnya infrastruktur, yang diiringi oleh bertambahnya jumlah limbah yang dikeluarkan ke lingkungan. Pembuangan sampah yang tidak bagus dapat menyebabkan tersumbatnya sistem drainase, yang bisa menyebabkan meluapnya air akibat berkurangnya debit air yang dapat ditampung dan disalurkan oleh drainase. Permasalahan tersebut sering dialami dikota-kota besar, salah satunya Kota Jambi. Hal ini terlihat dari adanya genangan yang cukup banyak saat terjadi hujan terutama di daerah RT. 7 dan RT 8 dengan intensitas tinggi berdasarkan survey lapangan yang pernah dilakukan. Secara umum Kelurahan Budiman cenderung berada pada dataran rendah. Kondisi topografi suatu daerah sangat penting dalam perencanaan drainase sehingga dapat diketahui tinggi rendahnya suatu daerah perencanaan (kontur) yang dapat mempermudah dalam merencanakan arah aliran air hujan yang jatuh ke tanah. Berdasarkan hasil tinjauan dan perhitungan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut, Saluran Drainase di Kelurahan Budiman dengan bentuk penampang trapesium dan dimensi saluran lebar atas 5 meter, lebar bawah 3 meter, tinggi 0,9 meter serta debit saluran 30 m<sup>3</sup>/detik sehingga tidak sesuai dengan perhitungan curah hujan eksisting menggunakan metode gumbel yaitu pada periode ulang 2 tahun 326.778 mm/detik dan berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, maka didapat intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar 372,1451 mm/jam dan berdasarkan hasil perhitungan debit rencana untuk periode ulang 10 tahun diperoleh sebesar 34,751 m<sup>3</sup>/detik sehingga besar debit tersebut akan digunakan merencanakan saluran baru yaitu dapat berupa penampang persegi panjang dengan lebar 2 meter dan penampang lingkaran dengan diameter 2,3 meter.

**Kata kunci :** evaluasi saluran drainase,

## ABSTRACT

The increase in population is also a separate problem for drainage capacity. An increase in population means an increase in infrastructure, which is accompanied by an increase in the amount of waste dumped into the environment. Improper waste disposal can cause blockage of the drainage system, which can cause air to overflow due to reduced airflow that can be accommodated and channeled by the drainage. This problem is often experienced in big cities, one of which is Jambi City. This can be seen from the existence of quite a lot of puddles when it rains, especially in the RT area. 7 and RT 8 with high intensity based on field surveys that have been conducted. In general, the Budiman Village tends to be in the lowlands. The topographical condition of an area is very important in drainage planning so that the elevation and low of a planning area (contour) can be known which can make it easier to plan the direction of the flow of rainwater that falls to the ground. Based on the results of previous recovery and planning, it can be interpreted as follows, Drainage Channels in Kelurahan Budiman with a trapezoidal cross-sectional shape and channel dimensions of 5 meters wide at the top, 3 meters at the bottom width, 0.9 meters high and a channel discharge of 30 m<sup>3</sup>/second so that it is not in accordance with the existing rainfall calculations using the Gumbel method, namely in the return period of 2 years 326,778 mm / second and based on rainfall data for 10 years, the amount of rainfall with a duration of 60 minutes is 372.1451 mm/hour and based on the results of the calculation of the discharge plan for the return period of 10 years it is obtained 34.751 m<sup>3</sup>/second so that the amount of discharge will be used plan a new canal that can be in the form of a rectangular cross-section with a width of 2 meters and a circular cross-section with a diameter of 2.3 meters.

**Keywords** : evaluation of drainage channels,

## MOTTO

“ Mulailah dari tempatmu berada, Gunakan yang kau punya lakukan yang kau bisa”

(ARTHUR ASHE)



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Drainase Dalam Mitigasi Bencana Banjir di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi”, dapat penulis selesaikan. Karena penulis percaya, jika sesuatu pekerjaan itu dapat terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari karunia Allah SWT, dan juga interaksi antara do’a dan ikhtiar dengan ketentuan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan, apapun pekerjaan yang dilakukan.

Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselesaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum pada program sarjana (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.

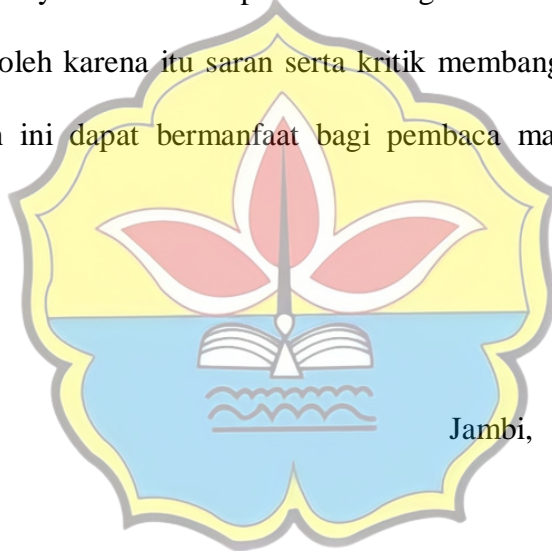
Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, berbagai bentuk bantuan dan dukungan telah penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H .Fakhrul Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Bapak Marhadi, ST, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari serta selaku Dosen Pembimbing I yang juga telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.



3. Ibu Hadrah, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Kedua orang tua saya yang banyak memberikan semangat dan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kepada seluruh pihak dan teman-teman Teknik Lingkungan Universitas Batanghari yang turut membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran serta kritik membangun sangat diharapkan, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun pihak lain yang membutuhkan.



Jambi, Januari 2023

Penulis

**Retno Setianingsih**  
**1800825201064**

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>ABSTRAK .....</b>                             | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                            | <b>iv</b>   |
| <b>MOTTO .....</b>                               | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                           | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                         | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                        | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR ISTILAH .....</b>                      | <b>xii</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                         |             |
| 1.1 Latar Belakang.....                          | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                         | 2           |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                      | 3           |
| 1.4. Batasan Masalah .....                       | 3           |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....                 | 3           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>                   |             |
| 2.1. Wilayah, Kawasan dan Kawasan Perkotaan..... | 5           |
| 2.2. Drainase .....                              | 6           |
| 2.2.1. Jenis Drainase.....                       | 7           |
| 2.2.1. Fungsi Drainase.....                      | 9           |
| 2.3. Siklus Hidrologi.....                       | 9           |
| 2.3.1. Analisa Curah Hujan Kawasan .....         | 11          |
| 2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan .....       | 11          |
| 2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi .....             | 15          |
| 2.3.4 Intensitas Curah Hujan .....               | 15          |
| 2.3.5. Koefisien Pengaliran .....                | 18          |
| 2.3.6. Debit Rencana .....                       | 19          |
| 2.3.7. Waktu Konsentrasi .....                   | 20          |
| 2.3.8. Catchment Area.....                       | 22          |
| 2.4. Analisa Hidrolika.....                      | 23          |

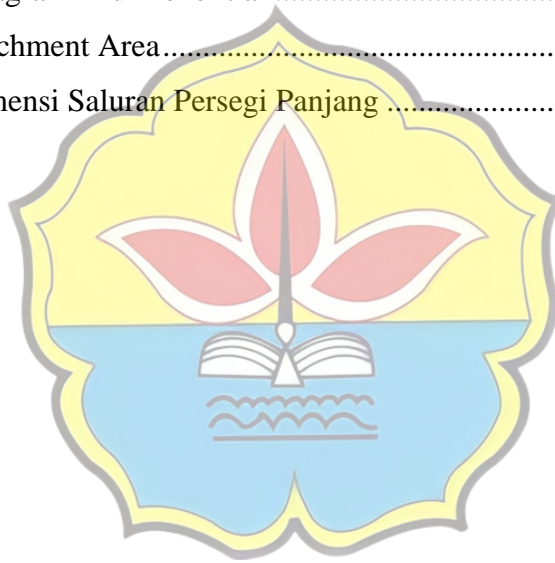
|  |    |
|--|----|
| 2.4.1. Saluran Terbuka .....                                 | 23 |
| 2.4.1. Saluran Tertutup .....                                | 24 |
| 2.4.2. Dimensi Saluran .....                                 | 24 |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>                         |    |
| 3.1. Gambaran Umum Wilayah Studi .....                       | 30 |
| 3.1.1. Letak Geografis .....                                 | 30 |
| 3.1.2. Topografi .....                                       | 30 |
| 3.1.3. Klimatologi dan Hidrologi .....                       | 30 |
| 3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....                       | 31 |
| 3.3. Data Penelitian .....                                   | 32 |
| 3.4. Analisis Data .....                                     | 32 |
| 3.5. Diagram Alur Penelitian .....                           | 35 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                           |    |
| 4.1. Analisis Frekuensi Curah Hujan Maksimum .....           | 36 |
| 4.1.1 Perhitungan Distribusi Log- Person III .....           | 36 |
| 4.1.2. Perhitungan Distribusi Gumbel .....                   | 38 |
| 4.1.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan ( I ) .....         | 40 |
| 4.2. Mencari Luasan Catchment Area .....                     | 40 |
| 4.2.1. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran ..... | 41 |
| 4.2.2. Perhitungan Koefisien Tampung .....                   | 43 |
| 4.2.3. Perhitungan Debit Rencana .....                       | 44 |
| 4.2.4. Perhitungan Dimensi Saluran Eksisting .....           | 46 |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                            |    |
| 5.1. Kesimpulan .....  | 47 |
| 5.2. Saran .....   | 47 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>  |    |
| <b>LAMPIRAN</b>  |    |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1. Nilai K untuk distribusi Log-Person III .....                        | 14      |
| Tabel 2.2. Nilai Kritis Uji Smirnov – Kolmogorov .....                          | 15      |
| Tabel 2.3. Koefisien Pengaliran (C).....  | 19      |
| Tabel 2.4. Koefisien Manning (n) .....  | 25      |
| Tabel 4.1 Analisis Curah Hujan Distribusi Log- Person III.....                  | 36      |
| Tabel 4.2 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log-person III .....           | 37      |
| Tabel 4.3 Analisis curah hujan Distribusi Gumbel .....                          | 38      |
| Tabel 4.4 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel.....                    | 39      |
| Tabel 4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Priode Ulang Tiga<br>Metode.....   | 40      |
| Tabel 4.6. Luas Area Zona Daerah Pengaliran.....                                | 41      |
| Tabel 4.7 Panjang Saluran LS .....  | 41      |
| Tabel 4.8 Panjang Saluran LT .....  | 41      |
| Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Debit Rencana Persaluran QR =<br>0,278.C.Cs.IA..... | 45      |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1. Drainase Buatan .....   | 7       |
| Gambar 2.2. Siklus Hidrologi .....  | 11      |
| Gambar 2.3. Lintasan Aliran waktu inlet time ( $t_o$ ) dan conduit time ( $t_d$ ) ..... | 22      |
| Gambar 2.4. Tipikal bentuk-bentuk Profil Saluran Terbuka.....                           | 24      |
| Gambar 2.5. Penampang Trapesium .....   | 26      |
| Gambar 2.6. Penampang Persegi Panjang.....  | 27      |
| Gambar 2.7. Penampang Lingkaran.....  | 29      |
| Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian.....  | 35      |
| Gambar 4.1 Catchment Area.....  | 40      |
| Gambar 4.2 Dimensi Saluran Persegi Panjang .....  | 46      |



## DAFTAR ISTILAH

|                |   |
|----------------|---|
| XT             | = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun<br>= Nilai rata-rata hitung variat |
| S              | = Deviasi standar nilai variat  |
| N              | = Jumlah data pengamatan/data curah hujan Log X = Nilai rata-rata dari log x<br>(curah hujan)             |
| KT             | = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)   |
| Yn             | = Reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data ke-n  |
| Sn             | = Reduced standar deviation yang tergantung pada jumlah sampel/data ke-n                                  |
| Y <sub>T</sub> | = Reduced variete   |
| T              | = Kala ulang (tahun)  |
| $\Sigma X_i$   | = Curah hujan rata-rata pertahun (mm)   |
| P <sub>i</sub> | = Prestasi/Intensitas curah hujan t(menit) dalam periode ulang T (mm/menit)                               |
| G              | = Koefisien kemencengan   |
| I              | = Intensitas curah hujan (mm/jam)<br>= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)                             |
| t              | = Lamanya curah hujan (menit) atau (jam)  |
| Q <sub>p</sub> | = Debit rencana (m <sup>3</sup> /dtk)   |
| Q <sub>S</sub> | = Debit kontrol (m <sup>3</sup> /dtk)   |
| A              | = Luas daerah pengaliran (km <sup>2</sup> )   |
| CS             | = Koefisien tampungan   |
| t <sub>c</sub> | = Waktu konsentrasi (jam)   |
| t <sub>d</sub> | = Kondukt time sampai ketempat pengukuran (menit)   |
| L              | = Panjang saluran (km)  |
| LT             | = Panjang daerah pengaliran (m)   |
| S              | = Kemiringan rata-rata saluran  |
| T <sub>o</sub> | = Inlet time ke saluran terdekat (menit)  |
| n              | = Angka kekasaran manning   |
| L <sub>s</sub> | = Panjang lintasan aliran didalam saluran/sungai (m)  |
| V              | = Kecepatan aliran didalam saluran (m/dtk)  |
| R <sub>s</sub> | = Jari-jari hidrolis (m)  |
| PS             | = Keliling basah saluran (m)  |
| b              | = Lebar saluran (m)   |

- h = Tinggi saluran (m)  
m = Kemiringan talud (m)  
F = Tinggi jagaan (m)  
D = Diameter saluran (m)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Pemanfaatan ruang di perkotaan yang sangat padat dapat memicu banyaknya konflik akan kepentingan pemanfaatan lahan. Daya dukung lingkungan seluruh wilayah pun telah terancam, dimana saat ini sebagian besar wilayah perkotaan di Indonesia dinyatakan sebagai daerah rawan banjir (Suripin, 2004). Banjir adalah aliran air dipermukaan tanah (*surface water*) yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia. Peristiwa banjir merupakan salah satu dampak dari ketidakseimbangan sistem lingkungan dalam proses mengalirkan air permukaan, dipengaruhi oleh besar debit air yang mengalir melebihi daya tampung daerah pengaliran. Selain debit aliran, permukaan banjir juga dipengaruhi oleh kondisi daerah pengaliran dan iklim (curah hujan) setempat (Suripin, 2004).

Penambahan jumlah penduduk juga menjadi masalah sendiri bagi daya tampung drainase. Meningkatnya jumlah penduduk berarti bertambahnya infrastruktur, yang diiringi oleh bertambahnya jumlah limbah yang dikeluarkan ke lingkungan. Pembuangan sampah yang tidak bagus dapat menyebabkan tersumbatnya sistem drainase, yang bisa menyebabkan meluapnya air akibat berkurangnya debit air yang dapat ditampung dan



disalurkan oleh drainase. Permasalahan tersebut sering dialami dikota-kota besar, salah satunya Kota Jambi.

Kondisi jaringan drainase di Kelurahan Budiman 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 (*run off*). Hal ini terlihat dari adanya genangan yang cukup banyak saat terjadi hujan terutama di daerah RT. 7 dan RT 8 dengan intensitas tinggi berdasarkan survey lapangan yang pernah di lakukan.

Dampak negatif dari adanya banjir tersebut adalah timbulnya berbagai macam penyakit serta menyebabkan berbagai kerugian berupa material seperti kerusakan pada dinding bangunan rumah warga dan isi barang dalam rumah. Maka dari itu perlu adanya tinjauan terhadap drainase di Jalan Budiman Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur dengan memperhatikan aspek fisik meliputi daya tampung drainase dan kesesuaian debit dan dimensi saluran drainase agar permasalahan tersebut dapat terselesaikan dan tidak menjadi kerugian berkepanjangan.

## **I.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah proposal penelitian ini :

1. Apakah kesesuaian dimensi saluran drainase existing dengan debit aliran limpasan maksimum masih layak untuk menampung debit hujan di Kelurahan Budiman ?
2. Bagaimana desain saluran drainase yang sesuai dalam upaya penanggulangan banjir di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

1. Analisis Kesesuaian dimensi saluran drainase dengan debit aliran limpasan maksimum di Kelurahan Budiman
2. Mengetahui saluran drainase yang tepat untuk upaya penanggulangan banjir di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.

### 1.4. Batasan Masalah

Pembahasan penelitian Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian hanya terfokus pada RT.7 dan RT.8 pada Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur.
2. Analisis debit banjir saluran drainase hanya dilakukan pada daerah tangkapan yang merupakan konsentrasi banjir.
3. Karakteristik drainase yang ada di Jalan Budiman Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur yaitu berbentuk trapezium, dengan panjang lintasan 250 m.

4. Data curah hujan yang dijadikan referensi adalah data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Tahun 2010-2020.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Penelitian ini di tulis dengan sistematika guna memudahkan dalam penganalisaan, dimana sistematika penulisan 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 : METODE 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 akan menjelaskan tentang hasil pelaksanaan kegiatan yaitu, a) Deskripsi awal penelitian, b) Deskripsi tahap perencanaan pelaksanaan tindakan, c) Deskripsi tahap pelaksanaan tindakan, d) Hasil penelitian tahap evaluasi, e) Analisis dan hasil penelitian.

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

Bab ini membahas tentang kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan serta saran dari penulis untuk perbaikan dimasa yang akan datang.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Wilayah, Kawasan dan Kawasan Perkotaan**

Menurut Try Ayu (2018), definisi wilayah, kawasan dan kawasan perkotaan adalah :

##### **Wilayah**

Wilayah adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan atau aspek fungsional. Seringkali sebuah wilayah dikelilingi oleh batas-batas kondisi fisik alam, misalnya sungai, gunung atau laut.

##### **Kawasan**

Kawasan adalah wilayah yang memiliki fungsi utama lindung atau budi daya. Kawasan lindung adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan. Kawasan budi daya adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk budi daya atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia dan sumber daya buatan.

##### **Kawasan Perkotaan**

Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi.

## 2.2. Drainase

Menurut Suripin (2004), drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/rembesan sehingga fungsi lahan/kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

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.

Drainase perkotaan merupakan sistim pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi : pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum lainnya, lapangan olahraga, lapangan paker, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

Dengan demikian kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan *variable design* seperti : keterkaitan dengan tata guna lahan, keterkaitan dengan rencana (*master plan*) drainase kota, keterkaitan dengan masalah sosial budaya (kurangnya kesadaran masyarakat dalam ikut memelihara fungsi drainase kota) dan lain-lain.

### 2.2.1. Jenis Drainase

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

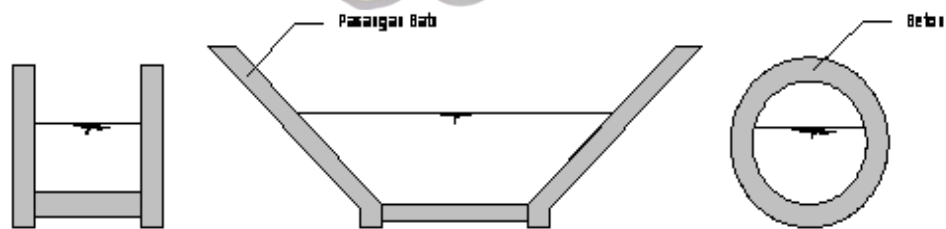
Jenis drainase menurut sejarah terbentuknya :

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 ( *artificial drainage* )

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 : Hasmar, 2012

Jenis drainase 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 ( *subsurface drainage* )

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.

Jenis drainase 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.

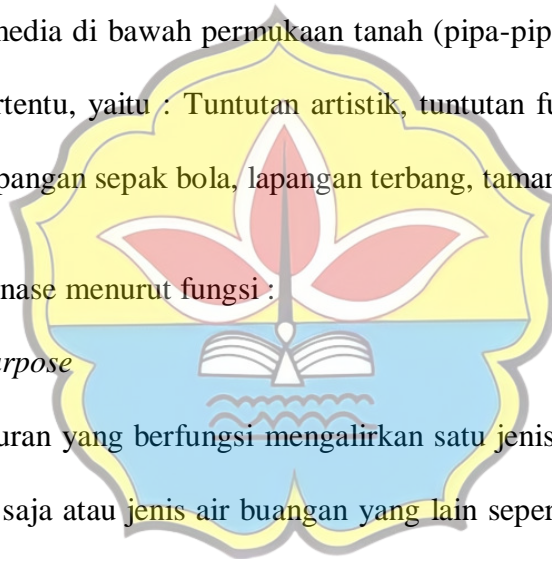
b. *Multi Purpose*

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

Jenis drainase menurut konstruksi :

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.

### 2.2.2. Fungsi Drainase

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie dalam Suripin (2004) adalah :

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat pemukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil risiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah pemukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan-bangunan lainnya.

### 2.3. Siklus Hidrologi

Menurut Suripin (2004), siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer. Air

menguap dari permukaan laut akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan atau salju. Presipitasi ada yang jatuh di laut, di darat dan sebagian langsung menguap kembali sebelum jatuh mencapai ke permukaan bumi.

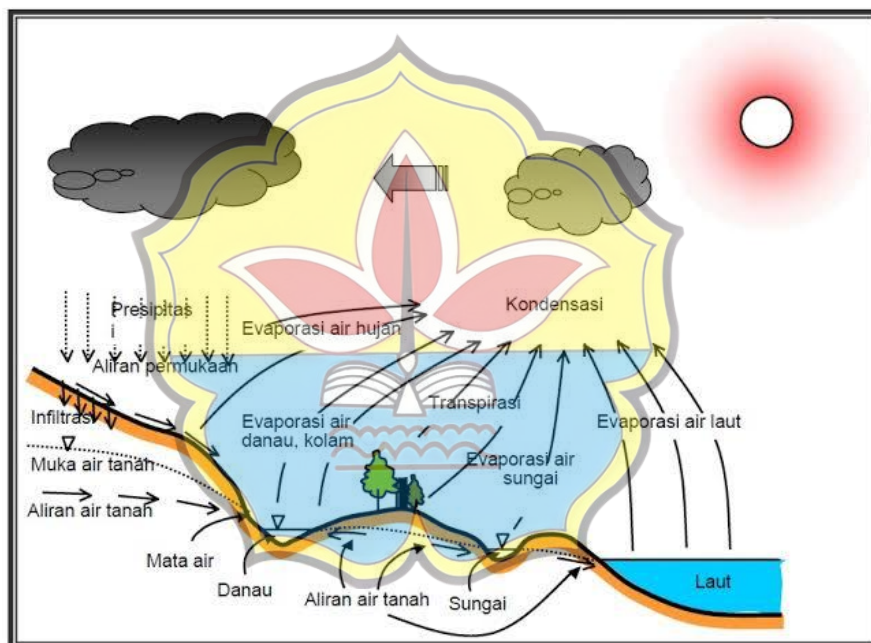
Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara, salah satunya di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran atau limpasan permukaan. Jika permukaan tanah berporos, maka sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (*evapotranspirasi*).

Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut *interflow*. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah, kemudian menguap.

Pada kedalaman tertentu, pori-pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona jenuh air disebut muka air tanah. Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan

atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar ke permukaan sebagai sumber air atau rembesan ke danau, waduk, sungai, atau laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir.



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Sumber : Suripin, 2004

### 2.3.1. Analisa Curah Hujan Kawasan

Menurut Imamzuhri (2014) hujan merupakan komponen yang amat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase. Pengukuran hujan dilakukan selama 24jam, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari.

Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, akan tetapi juga distribusi jam-jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

### 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 Normal
2. Metode Log Person III

1. Metode Log Normal

Dalam distribusi Log Normal data X diubah kedalam bentuk logaritma  $Y = \log X$ . Jika variabel acak  $Y = \log X$  terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. PDF (*probability density function*) untuk distribusi Log Normal dapat ditulis dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(Y-\mu_Y)^2}{2\sigma_Y^2} \right] X > 0 \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Y = \text{Log } X$$

Dimana:

$P(X)$  = Peluang log nominal

$X$  = Nilai variat pengamatan

$\sigma_Y$  = Deviasi standar nilai variat  $Y$

$\mu_Y$  = Nilai rata-rata populasi  $Y$

Dengan persamaan yang dapat didekati:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots(2.5)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

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

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

$S$  = Deviasi standar nilai variat

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

## 2. 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. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III:

a. Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \text{Log } X$

b. Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.7)$$

c. Hitung harga simpangan baku:

$$s = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots(2.8)$$

d. Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.9)$$

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

$$\text{Log}X_T = \text{Log}\bar{X} + K_T \cdot s \dots\dots\dots(2.10)$$

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G, dicantumkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 nilai K untuk distribusi Log-Person III

| Interval Kejadian ( <i>Recurrence interval</i> ), tahun (periode ulang) |   |        |        |       |       |       |       |       |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Koef.<br>G  | 1,0101  | 1,25   | 2      | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   |
|   | 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 |
| -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  | -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 |
| -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 Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah uji *smirnov – Kolmogorov*, ini dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Tabel 2.6. Nilai Kritis Uji Smirnov – Kolmogorov

| N           | Derajat Kepercayaan $\alpha$ |                  |                  |                  |
|-------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | 0,2                          | 0,1              | 0,05             | 0,01             |
| 5           | 0,48                         | 0,54             | 0,61             | 0,73             |
| 10          | 0,34                         | 0,38             | 0,41             | 0,51             |
| 15          | 0,27                         | 0,31             | 0,35             | 0,41             |
| 20          | 0,24                         | 0,27             | 0,3              | 0,36             |
| 25          | 0,21                         | 0,24             | 0,27             | 0,32             |
| 30          | 0,19                         | 0,22             | 0,24             | 0,29             |
| 35          | 0,18                         | 0,2              | 0,23             | 0,27             |
| 40          | 0,17                         | 0,19             | 0,21             | 0,25             |
| 45          | 0,16                         | 0,18             | 0,2              | 0,24             |
| 50          | 0,15                         | 0,17             | 0,19             | 0,23             |
| $n \geq 50$ | $1.07 / n^{0.5}$             | $1.22 / n^{0.5}$ | $1.36 / n^{0.5}$ | $1.63 / n^{0.5}$ |

Sumber : Wesli, 2008

Urutkan data dari besar ke kecil dan tentukan peluang dari masing – masing data tersebut dengan rumus :

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots(2.15)$$



### 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, 10 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 Monobe, dimana persamaannya adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = 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).

Menurut Kamiana (2011) untuk data hujan jangka pendek yaitu 5 menit hingga 2 jam dapat dibuat dengan salah satu dari beberapa persamaan berikut :

a. Rumus Talbot

Pada Talbot (1881) rumus ini banyak dipakai karena mudah digunakan dan variabel khas a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

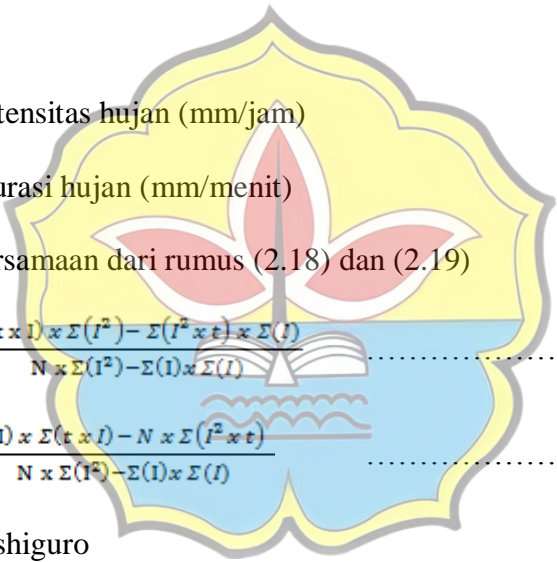
I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan b = persamaan dari rumus (2.18) dan (2.19)

$$a = \frac{\sum(t \times I) \times \sum(I^2) - \sum(I^2 \times t) \times \sum(I)}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$b = \frac{\sum(I) \times \sum(t \times I) - N \times \sum(I^2 \times t)}{N \times \sum(I^2) - \sum(I) \times \sum(I)} \dots\dots\dots(2.19)$$



b. Persamaan Ishiguro

Rumus ini dikemukakan oleh Ishiguro (1953), adapun formulanya sebagai berikut :

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

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan b = persamaan dari rumus (2.21) dan (2.22)

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

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

c. Rumus Sherman

Pada Sherman (1905), rumus ini sesuai untuk selang waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan n = persamaan dari rumus (2.24) dan (2.25)

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

$$n = \frac{\sum(\text{Log } I) \times \sum(\text{Log } t) - N \times \sum(\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \sum(\text{Log } t)^2 - \sum(\text{Log } t) \times \sum(\text{Log } t)} \dots\dots\dots(2.25)$$

### 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 atmosfir (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 adalah tabel koefisien C dalam tabel 2.7.

Tabel 2.7. 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

### 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:

$$Q_p = 0,278 \times I \times A \times C \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana:

$Q_p$  = Debit rencana ( $m^3/dtk$ )

- C = 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:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \dots\dots\dots(2.27)$$

dimana :

- C<sub>s</sub> = Koefisien tampungan
- t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)
- t<sub>d</sub> = *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 kontrol), 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 karangan Suripin, 2004 yang ditulis sebagai berikut:


$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{100 \times S} \right)^{0,385} \dots \dots \dots (2.28)$$

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 :

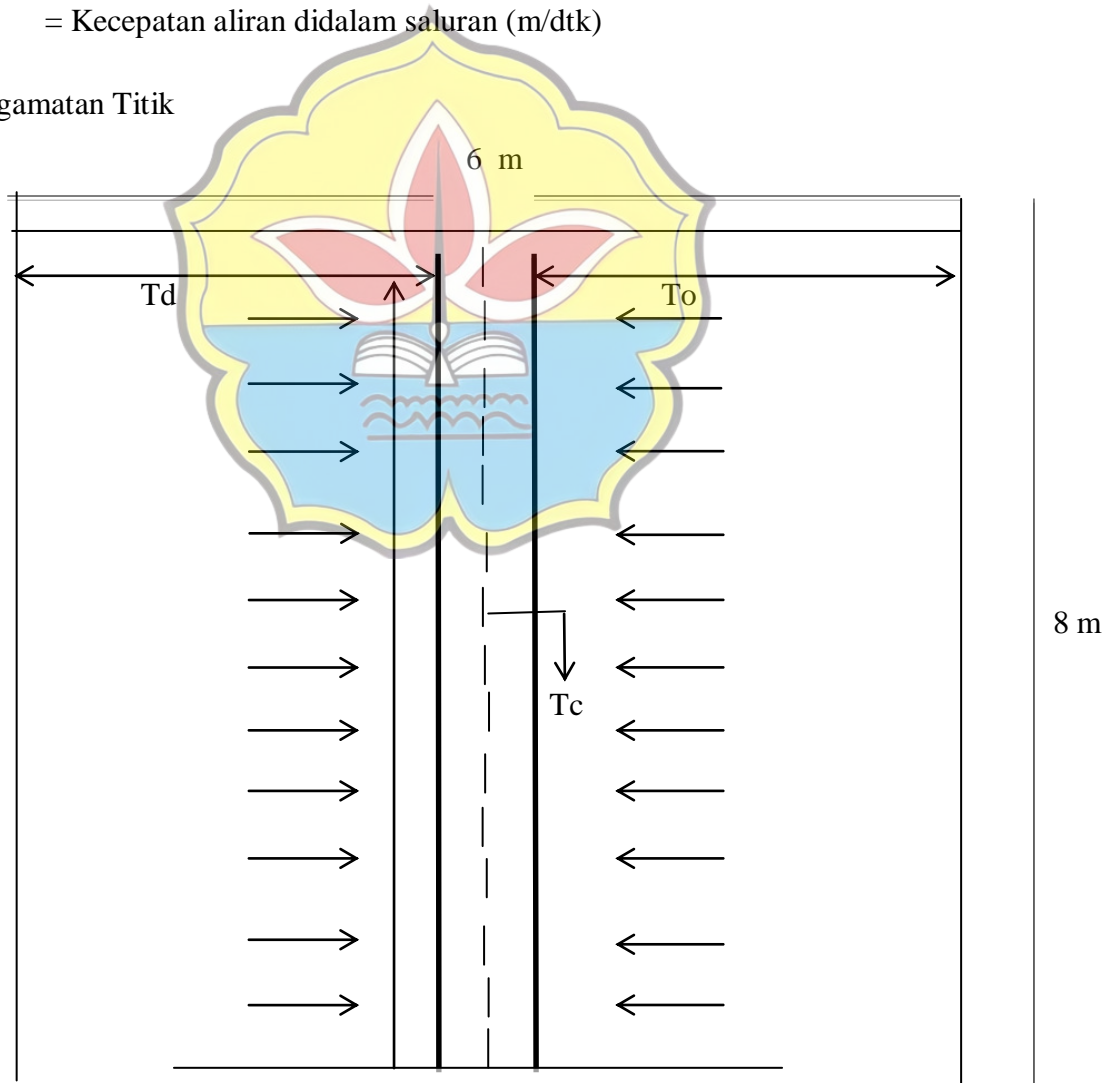
$$T_o = \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{Ls}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \dots \dots \dots (2.29)$$

$$T_d = \frac{L_t}{3600 \times V} \dots\dots\dots(2.30)$$

dimana:

- $T_o$  = *Inlet time* ke saluran terdekat (menit)
- $T_d$  = *Konduit time* sampai ketempat pengukuran (menit)
- $n$  = Angka kekasaran manning
- $S$  = Kemiringan lahan
- $L$  = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)
- $L_s$  = Panjang lintasan aliran didalam saluran/sungai (m)
- $V$  = Kecepatan aliran didalam saluran (m/dtk)

Pengamatan Titik



Gambar 2.3. Lintasan aliran waktu *inlet time* ( $t_o$ ) dan *conduit time* ( $t_d$ )

Keterangan :

$T_o$  = waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah ke saluran drainase

$T_d$  = waktu pengaliran di dalam saluran dari hulu hingga ketempat pengukuran

$T_c$  = waktu konsentrasi

### 2.3.8. *Catchment Area*

*Catchment area* (daerah tangkapan air) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis yang dapat berupa punggung-punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

*Catchment area* dapat dikatakan menjadi suatu ekosistem dimana terdapat banyak aliran sungai, daerah hutan dan komponen penyusun ekosistem lainnya termasuk sumber data alam. Namun, komponen yang terpenting adalah air, yang merupakan zat cair yang terdapat di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

### 2.4. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap



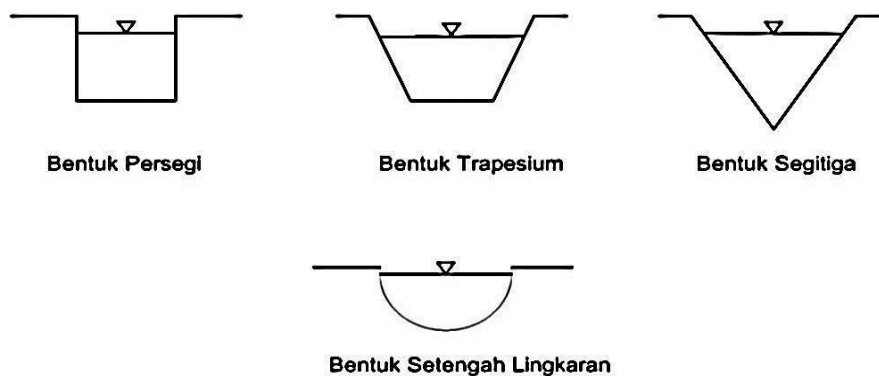
lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup.

### 2.4.1. Saluran Terbuka

Menurut Imamzuhri (2014) pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*) dimana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara secara langsung untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatannya beragam dan kemiringan kecil.

Saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas), lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang, dan beban kiri dan kanan saluran relatif ringan. Saluran terbuka terdiri dari saluran alam seperti sungai-sungai kecil didaerah hulu (pegunungan) hingga sungai besar di muara dan saluran buatan seperti saluran drainase tepi jalan, saluran irigasi dan lain-lain.

Saluran buatan terbuka dapat berbentuk segitiga, trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran dan lain-lain.



Gambar 2.4. Tipikal bentuk-bentuk Profil Saluran Terbuka

### 2.4.2. Saluran Tertutup

Pada sistem saluran tertutup (pipa *flow*) seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan tidak secara langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar. Saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat, dan lahan yang dipakai untuk lapangan parkir.

### 2.4.3. Dimensi Saluran

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 ( $Q_T$ ). hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_T \dots\dots\dots(2.31)$$

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

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.32)$$

dimana:

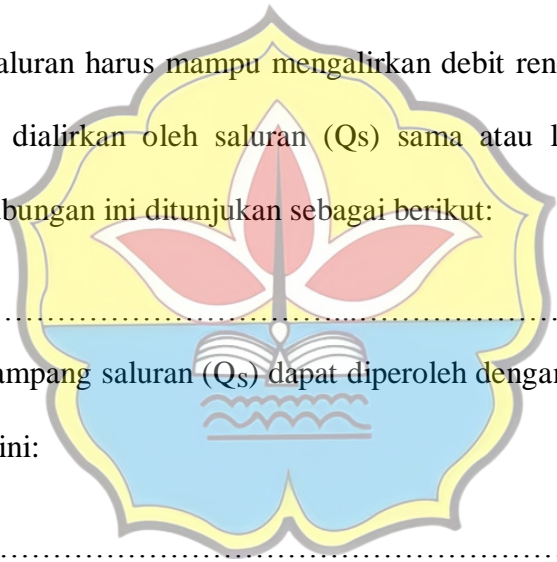
$A_s$  = Luas penampang saluran ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/detik)

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

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.33)$$

$$R = \frac{A_s}{p} \dots\dots\dots(2.34)$$



dimana:

V = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

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

P = Keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning (n), untuk saluran pasangan dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Koefisien Manning

| Bahan                                       | Koefisien Manning (n) |
|---|-----------------------|
| Besi tuang dilapis                          | 0,014                 |
| Kaca  | 0,010                 |
| Saluran beton                               | 0,013                 |
| Bahan                                       | Koefisien Manning (n) |
| Bata dilapis mortar                         | 0,015                 |
| Pasangan batu disemen                       | 0,025                 |
| Saluran tanah bersih                        | 0,022                 |
| Saluran tanah bersih                        | 0,030                 |
| Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040                 |
| Saluran pada galian batu cadas              | 0,040                 |

Sumber : Wesli, 2008

Dalam pencarian dimensi saluran ada beberapa penampang yang biasa digunakan, yaitu :

### 1. Penampang Trapesium

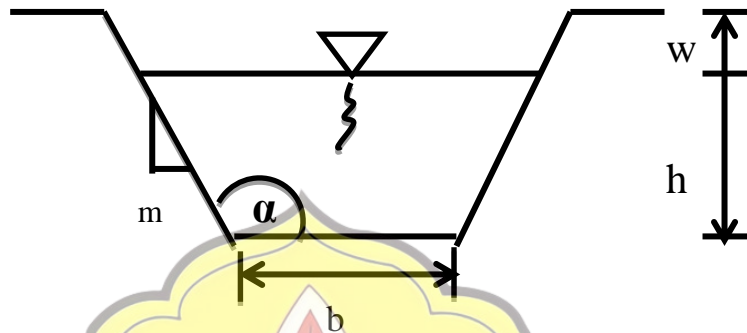
Untuk menghitung luas penampang basah saluran trapesium, keliling basah, jari-jari hidrolis, debit saluran dan tinggi jagaan pada saluran trapesium dapat digunakan rumus sebagai berikut :

a. Menghitung Luas Penampang Basah (A) :

$$A = (b + mh) h \dots\dots\dots(2.35)$$

b. Menghitung Lebar Dasar (b) :

$$b = \frac{2}{3} \cdot h \sqrt{3} \dots\dots\dots(2.36)$$



Gambar 2.5. Penampang Trapesium

c. Menghitung Keliling Basah (Ps) :

$$Ps = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.37)$$

d. Menghitung jari-jari Hidrolis (Rs) :

$$Rs = A/P \dots\dots\dots(2.38)$$

e. Menghitung Debit Saluran (Qs) :

$$Qs = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.39)$$

f. Tinggi Jagaan (W) :

$$w = \sqrt{\frac{h}{2}} \dots\dots\dots(2.40)$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

h = Tinggi saluran (m)

$m$  = Kemiringan talud (m)

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

$R_s$  = Jari-jari hidrolis (m)

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

## 2. Penampang Persegi Panjang

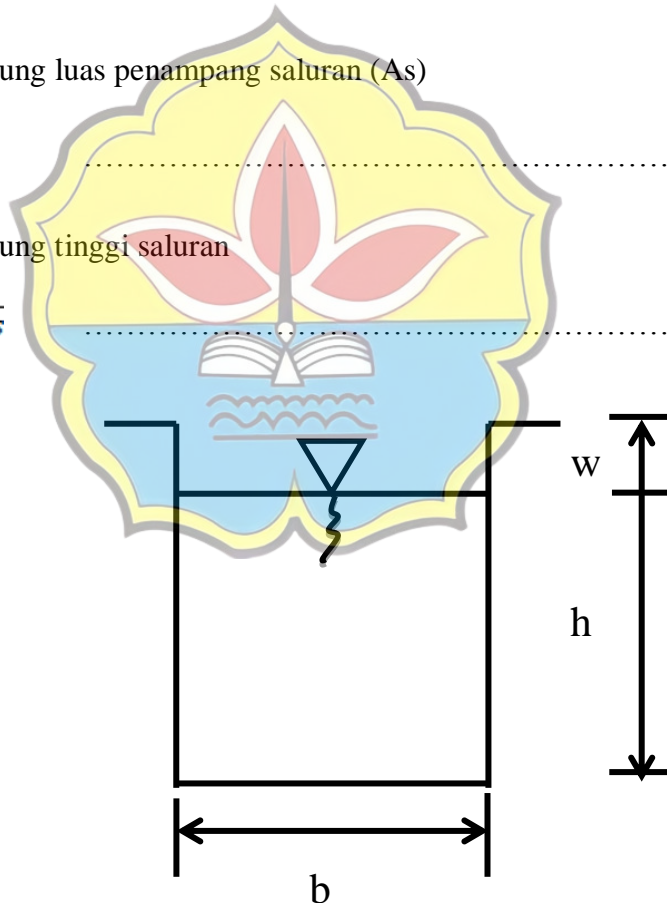
Untuk menghitung luas penampang saluran persegi panjang, tinggi saluran, lebar saluran, keliling saluran dan lain-lain, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Menghitung luas penampang saluran ( $A_s$ )

$$A_s = \frac{Q\tau}{v} \dots\dots\dots(2.41)$$

- b. Menghitung tinggi saluran

$$H = \sqrt{A_s} \dots\dots\dots(2.42)$$



Gambar 2.6. Penampang Persegi Panjang

- c. Menghitung lebar saluran

$$B = \sqrt{A_s} \dots\dots\dots(2.43)$$

d. Menghitung keliling basah saluran

$$P_s = B + 2H \dots\dots\dots(2.44)$$

e. Menghitung jari-jari hidrolis

$$R_s = \frac{A_s}{P_s} \dots\dots\dots(2.45)$$

f. Menghitung tinggi jagaan

$$F = 10\% H \dots\dots\dots(2.46)$$

g. Menghitung debit kontrol

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.47)$$

Dimana :

h = Tinggi saluran (m)

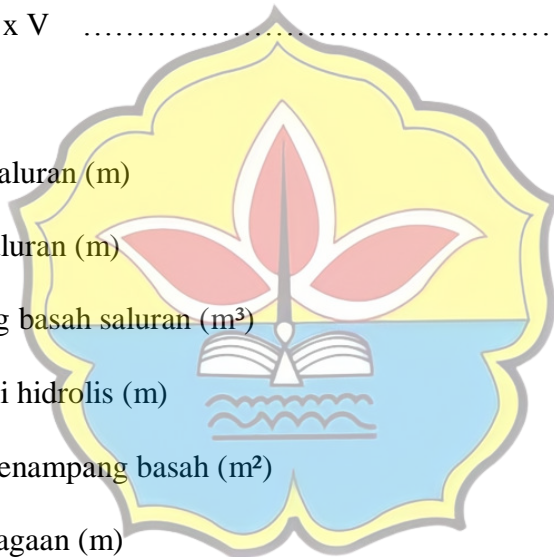
b = Lebar saluran (m)

$P_s$  = Keliling basah saluran (m)

$R_s$  = Jari-jari hidrolis (m)

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

F = Tinggi jagaan (m)



### 3. Penampang Lingkaran

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

a. Menghitung luas penampang saluran

$$A_s = L (\beta - 2\alpha) + L (ATB) \dots\dots\dots(2.48)$$

b. Menghitung tinggi selokan yang tergenang air

$$h = 0,95 D \dots\dots\dots(2.49)$$

c. Menghitung keliling basah saluran

$$P_s = \frac{\beta}{360} \times 2\pi r \dots\dots\dots(2.50)$$

d. Menghitung jari-jari hidrolis

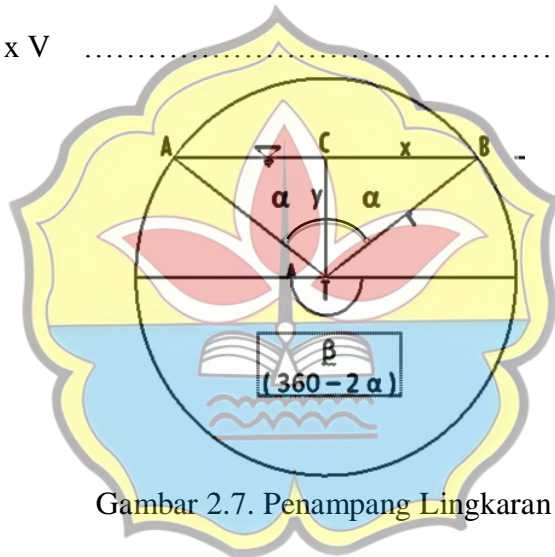
$$R_s = \frac{As}{P} \dots\dots\dots(2.51)$$

e. Menghitung tinggi jagaan

$$F = 0,05 D \dots\dots\dots(2.52)$$

f. Menghitung debit kontrol

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.53)$$



Gambar 2.7. Penampang Lingkaran

Dimana :

D = Diameter saluran (m)

h = Tinggi selokan yang tergenang air (m)

P<sub>s</sub> = Keliling basah saluran (m<sup>3</sup>)

R<sub>s</sub> = Jari-jari hidrolis (m)

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

F = Tinggi jagaan (m)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Gambaran Umum Wilayah Studi**

##### **3.1.1. Letak Geografis**

Daerah Kelurahan Budiman merupakan salah satu kelurahan yang terdapat di Kecamatan Jambi Timur yang memiliki luas wilayah sebesar 0,63 km<sup>2</sup> yang merupakan dataran rendah dengan sedikit dataran tinggi, dengan ketinggian 10 meter dari permukaan laut. Orbitrasi wilayah merupakan cekungan dan sebagian wilayah rawan banjir (Pemerintah Kota Jambi, 2020) yang mana berbatasan dengan

:

- Sebelah Utara : Kelurahan Rajawali
- Sebelah Timur : Kelurahan Tanjung Pinang
- Sebelah Selatan : Kelurahan Pakuan Baru
- Sebelah Barat : Kelurahan Talang Banjar

##### **3.1.2. Topografi**

Secara umum Kelurahan Budiman cenderung berada pada dataran rendah. Kondisi topografi suatu daerah sangat penting dalam perencanaan drainase sehingga dapat diketahui tinggi rendahnya suatu daerah perencanaan (kontur) yang dapat mempermudah dalam merencanakan arah aliran air hujan yang jatuh ke tanah.



### 3.1.3. Klimatologi dan Hidrologi

Kota Jambi mempunyai iklim tropis dengan suhu rata-rata berkisar antara 26,0°C sampai 27,7°C dengan suhu maksimum 34,9°C dan suhu minimum 21,2°C, (Bagian Pemerintahan Umum Setda Kota Jambi, 2014).

### 3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jalan Budiman Kelurahan Budiman Kota Jambi. Kegiatan rencana penelitian dilakukan pada bulan Maret s.d Agustus 2022. Adapun lokasi penelitian dilihat pada lampiran.

### 3.3. Data Penelitian

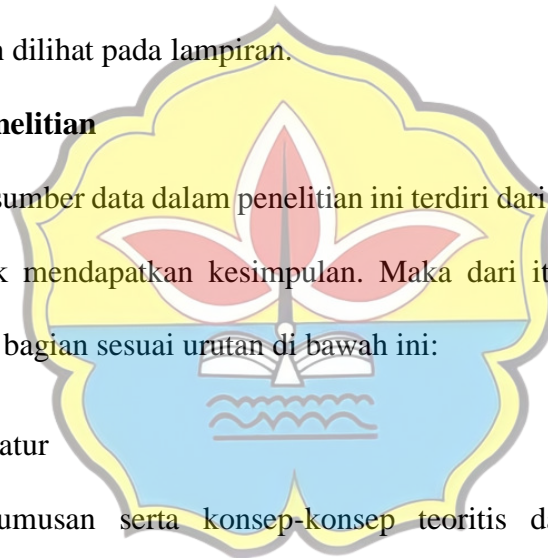
Data dan sumber data dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan. Maka dari itu penelitian ini dibagi dalam beberapa bagian sesuai urutan di bawah ini:

#### 1. Study Literatur

Rumusan-rumusan serta konsep-konsep teoritis dari berbagai literature dipelajari dan dipahami agar landasan teoritis terpenuhi dalam mengembangkan konsep penelitian.

#### 2. Survey Lokasi

Survey lokasi berguna untuk mengetahui kondisi eksisting dan topografi lokasi penelitian. Data yang didapat dilapangan digunakan untuk upaya penanggulangan banjir yang sering terjadi.



### 3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan hal yang harus dipahami sebelum melakukan sebuah penelitian, data-data yang terkait dengan studi ini sangat mendukung penyelesaian studi. Oleh karena itu penulis mencari informasi untuk mengetahui sumber-sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan tersebut. Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

#### a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan. Dalam penelitian ini yang termasuk data primer yaitu kondisi eksisting drainase berupa lebar, kedalaman serta panjang drainase yang akan jadi obyek penelitian dan debit aliran drainase.

#### b. Data Sekunder

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

### 3.4. Analisis Data

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, langkah selanjutnya adalah pengolahan 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 rencana

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

b. Penentuan *Catchment Area*

Penentuan *catchment area* diperlukan, untuk menentukan batas wilayah tangkapan hujan.

c. Perhitungan debit banjir

Perhitungan debit banjir rencana ada beberapa cara, dan disini saya menghitung dengan rumus Rasional. Adapun cara perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_p = 0,278 \times I \times A \times C$$

dimana:

$Q_p$  = Debit rencana ( $m^3/dtk$ )

$C$  = Koefisien tampungan

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

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

d. Menghitung dimensi saluran

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 ( $Q_T$ ). hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_T$$

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

$$Q_s = A_s \times V$$

dimana:

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

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/detik)

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

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

$$R = \frac{A_s}{P}$$

dimana:

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/detik)

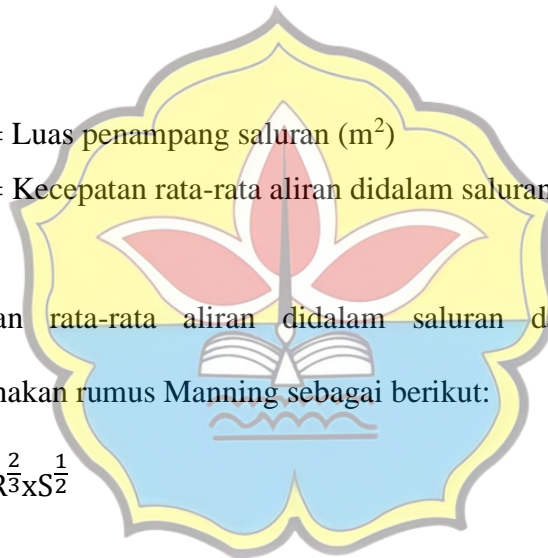
$n$  = Koefisien kekasaran Manning

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

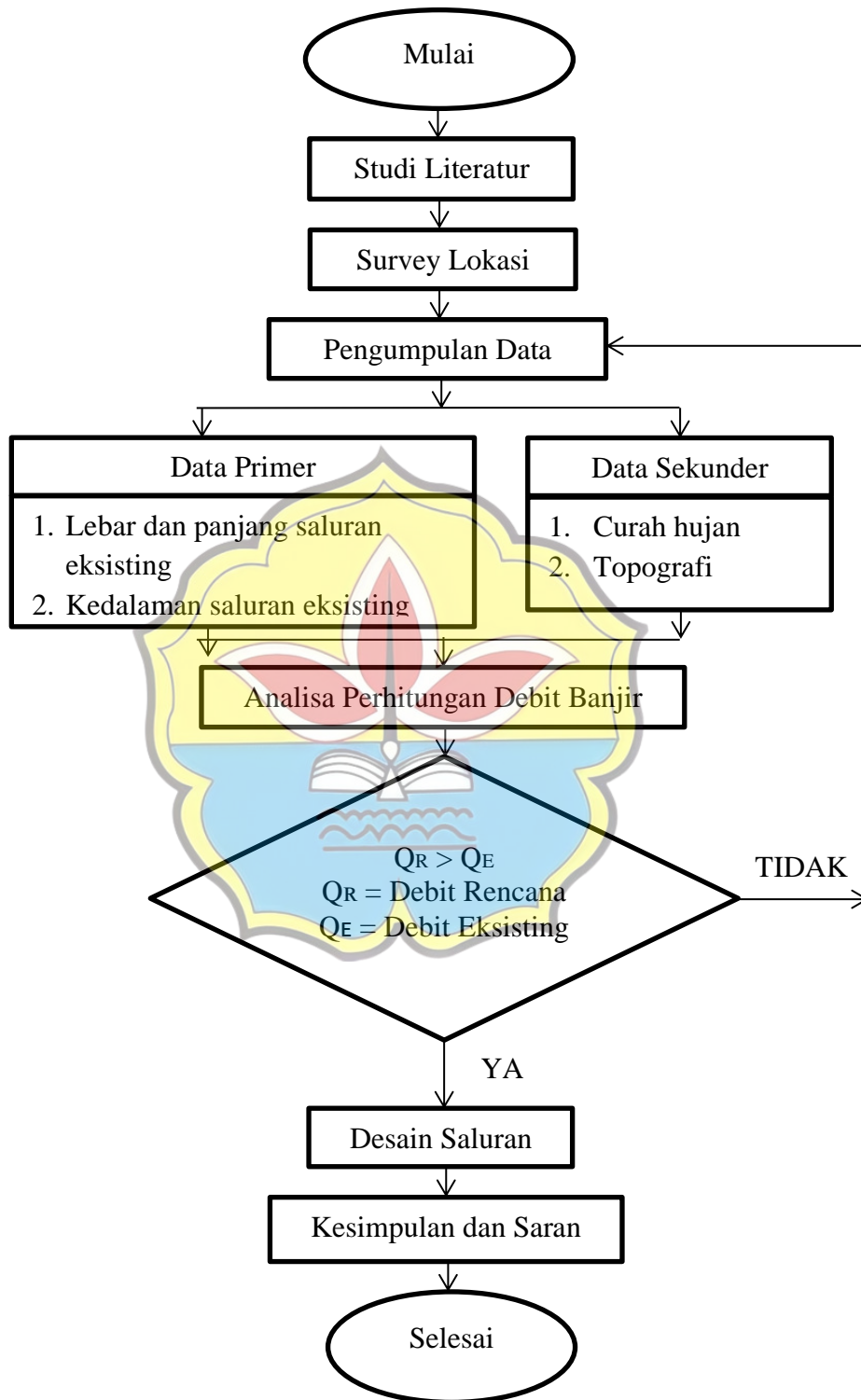
$S$  = Kemiringan dasar saluran

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

$P$  = Keliling basah saluran (m)



### 3.5. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Frekuensi Curah Hujan Maksimum

Untuk menghitung debit dengan periode ulang tertentu, diperlukan juga hujan maksimum dengan periode ulang tertentu. Hujan maksimum disebut juga hujan rencana. Untuk menghitung hujan rencana penulis menggunakan 2 jenis distribusi, yaitu:

1. Distribusi log-pearson III
2. Distribusi Gumbel

#### 4.1.2 Perhitungan Distribusi Log- Person III

Tabel 4.1 Analisis Curah Hujan Distribusi Log- Person III

| No            | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) (mm) | (LogXi)       | (Log Xi - LogX) | (Log Xi -Log X) <sup>2</sup> | (Log Xi - LogX) <sup>3</sup> |
|---------------|-------|----------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| 1             | 2013  | 345,00                     | 2,538         | 0,019           | 0,000379                     | 0,000007                     |
| 2             | 2014  | 389,00                     | 2,590         | 0,072           | 0,005126                     | 0,000367                     |
| 3             | 2015  | 322,50                     | 2,509         | -0,010          | 0,000097                     | -0,000001                    |
| 4             | 2016  | 277,00                     | 2,442         | -0,076          | 0,005757                     | -0,000437                    |
| 5             | 2017  | 325,30                     | 2,512         | -0,006          | 0,000037                     | 0,000000                     |
| 6             | 2018  | 338,10                     | 2,529         | 0,011           | 0,000114                     | 0,000001                     |
| 7             | 2019  | 345,20                     | 2,538         | 0,020           | 0,000389                     | 0,000008                     |
| 8             | 2020  | 234,00                     | 2,369         | -0,149          | 0,022243                     | -0,003317                    |
| 9             | 2021  | 340,00                     | 2,531         | 0,013           | 0,000172                     | 0,000002                     |
| 10            | 2022  | 421,40                     | 2,625         | 0,106           | 0,011308                     | 0,001202                     |
| <b>Jumlah</b> |       | <b>3337,50</b>             | <b>25,184</b> |                 | <b>0,045621</b>              | <b>-0,002167</b>             |
| <b>X</b>      |       | <b>333,75</b>              | <b>2,518</b>  |                 |                              |                              |
| <b>S</b>      |       | <b>0,071</b>               |               |                 |                              |                              |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Dari data-data di atas didapat  $\bar{X} = 25,184 / 10 = 2,518$

$$\text{Deviasi Standar } (S) = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,045621}{10-1}} = 0,071$$

$$\text{Koefisien Kemencengan } (G) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002167)}{(9)(8) \times 0,071^3} = -0,841$$

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Person III*:

Untuk T = 2 Tahun

KT = 0,132 (Nilai K Distribusi *Log-Person III*)

Log XT = Log X + (KT x S)  
 = 2,518 + (0,132 x 0,071) = 2,528 mm

XT = 337,097 mm

Untuk hasil perhitungan hujan Rencana Distribusi *Log-person III* 5, 10, 20, 50,100 tahun dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.2 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log-person III*

| No | Periode Ulang (T)<br>Tahun | KT    | Log X | Log XT | S     | Curah Hujan (XT)<br>(mm) |
|----|----------------------------|-------|-------|--------|-------|--------------------------|
| 1  | 2                          | 0,132 | 2,518 | 2,528  | 0,071 | 337,097                  |
| 2  | 5                          | 0,856 | 2,518 | 2,579  | 0,071 | 379,578                  |
| 3  | 10                         | 1,166 | 2,518 | 2,601  | 0,071 | 399,367                  |
| 4  | 20                         | 1,448 | 2,518 | 2,621  | 0,071 | 418,263                  |
| 5  | 50                         | 1,606 | 2,518 | 2,633  | 0,071 | 429,239                  |
| 6  | 100                        | 1,733 | 2,518 | 2,642  | 0,071 | 438,269                  |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

#### 4.1.2. Perhitungan Distribusi Gumbel

Tabel 4.3 Analisis curah hujan Distribusi Gumbel

| No            | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi)<br>(mm) | (Xi - X) | (Xi - X) <sup>2</sup> |
|---------------|-------|-------------------------------|----------|-----------------------|
| 1             | 2013  | 345,00                        | 11,250   | 126,563               |
| 2             | 2014  | 389,00                        | 55,250   | 3052,563              |
| 3             | 2015  | 322,50                        | -11,250  | 126,563               |
| 4             | 2016  | 277,00                        | -56,750  | 3220,563              |
| 5             | 2017  | 325,30                        | -8,450   | 71,402                |
| 6             | 2018  | 338,10                        | 4,350    | 18,923                |
| 7             | 2019  | 345,20                        | 11,450   | 131,103               |
| 8             | 2020  | 234,00                        | -99,750  | 9950,063              |
| 9             | 2021  | 340,00                        | 6,250    | 39,063                |
| 10            | 2022  | 421,40                        | 87,650   | 7682,523              |
| <b>Jumlah</b> |       | <b>3337,50</b>                |          | <b>24419,325</b>      |
| <b>X</b>      |       | <b>333,75</b>                 |          |                       |
| <b>S</b>      |       | <b>52,089</b>                 |          |                       |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

Analisis Hujan Rencana Gumbel

Untuk T = 2 Tahun

Y<sub>n</sub> = 0.4952 | Reduced Mean (Y<sub>n</sub>)

S<sub>n</sub> = 0.9496 Nilai Reduced Standart Deviation (S<sub>n</sub>)

Y<sub>t</sub> = 0.3668 (Reduced variant (Y<sub>t</sub>))

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0.1352$$

$$X_T = X + (K \times S)$$

$$= 333,75 + (-0,1352 \times 52,089) = 326,707 \text{ mm}$$

$$P_{60} = \left[ \frac{93 + 19}{2} \times \frac{X_t}{199} \right] = \left[ \frac{93 + 19}{2} \times \frac{326,707}{199} \right] = 91,9376 \text{ mm/menit}$$



Untuk hasil perhitungan hujan Rencana Distribusi Gumbel 5, 10, 20, 50,100 tahun dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.4 Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

| No | Periode Ulang (T) Tahun | Ytr    | Yn     | Sn     | X      | S      | K        | Curah Hujan (XT) (mm) | $P_{60}$ (mm/menit) |
|----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------------------|---------------------|
| 1  | 2                       | 0,3668 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | - 0,1352 | 326,707               | 91,9376             |
| 2  | 5                       | 1,5004 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | 1,0586   | 388,889               | 109,4360            |
| 3  | 10                      | 2,2510 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | 1,8490   | 430,062               | 121,0224            |
| 4  | 20                      | 2,9709 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | 2,6071   | 469,551               | 132,1349            |
| 5  | 50                      | 3,9028 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | 3,5885   | 520,669               | 146,5199            |
| 6  | 100                     | 4,6012 | 0,4952 | 0,9496 | 333,75 | 52,089 | 4,3239   | 558,979               | 157,3006            |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Untuk jumlah data  $n = 10$  dengan Derajat Kepercayaan  $\alpha = 5\%$  didapat  $\Delta P$

Kritis = 0,41.

|                     |              |                   |
|---------------------|--------------|-------------------|
| $\Delta P$ maksimum | $\leq$       | $\Delta P$ kritis |
| Log-Person III      | 0,144 $\leq$ | 0,41              |
| Gumbel              | 0,140 $\leq$ | 0,41              |

Dari hasil pengujian data curah hujan harian maksimum, didapat nilai  $\Delta P$  maksimum lebih kecil dari nilai  $\Delta P$  kritis, dengan demikian artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih untuk empat metode tersebut ( Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Person III dan Metode Gumbel ) **Dapat Diterima**.

### 5.1.2 Perhitungan Intensitas Curah Hujan ( I )

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas durasi hujan menggunakan perhitungan persamaan garis regresi *Intensity Duration Frequency Curve* ( Kurva IDF ) dengan *Metode Talbot, Ishiguro* dan *Sherman*.

Tabel 4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Priode Ulang Tiga Metode

| Periode Ulang (T) | Talbot    |        | Ishiguro |        | Sherman |       |          |
|-------------------|-----------|--------|----------|--------|---------|-------|----------|
|                   | A         | B      | A        | b      | a       | N     | log a    |
| 2                 | 4850,678  | 18,134 | 453,063  | -0,378 | 2,772   | 0,555 | 591,924  |
| 5                 | 7443,206  | 18,134 | 695,210  | -0,378 | 2,958   | 0,555 | 908,288  |
| 10                | 9627,718  | 18,134 | 899,248  | -0,378 | 3,070   | 0,555 | 1174,862 |
| 20                | 12036,451 | 18,134 | 1124,228 | -0,378 | 3,167   | 0,555 | 1468,798 |
| 50                | 15581,774 | 18,134 | 1455,369 | -0,378 | 3,279   | 0,555 | 1901,431 |
| 100               | 18543,331 | 18,134 | 1731,984 | -0,378 | 3,355   | 0,555 | 2262,827 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Dari analisis data tersebut diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresiintensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standar deviasi terkecil dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untukmenentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun adalah rumus dari **Metode Sherman**.

## 4.2. Mencari Luasan *Catchment Area*

| Area Drainase | Area Drainase | Panjang Drainase Tersier |              | Panjang Drainase Sekunder |
|---------------|---------------|--------------------------|--------------|---------------------------|
| Zona 01       | 31,8 ha       | P 1= 357,6 m             | P 4= 432,6 m | 1,000 m                   |
| Zona 02       | 26,6 ha       | P 2= 365,2 m             | P 5= 457,4 m |                           |
| Zona 03       | 25,3 ha       | P 3= 806,3 m             | P 6= 600,1 m |                           |
| Zona 04       | 32,7 ha       |                          |              |                           |

**Gambar 4.1** *Catchment Area*

**Sumber:** Data Olahan, 2023

Daerah tangkapan yang diambil pada studi kasus pada didapatkan menggunakan aplikasi *Google Earth* dan *Fields Area*. Pembagian zona daerah dipilih berdasarkan area pengaliran yang mengalir ke arah drainase studi kasus. Berikut data luas area dengan pembagian zona, pada tabel 4.6 di bawah ini :

**Tabel 4.6.** Luas Area Zona Daerah Pengaliran

| No     | Zona   | Luas (Ha) | $\sqrt{\text{Luas}}$ (Ha) | Panjang (m <sup>2</sup> ) | Lebar (m <sup>2</sup> ) | Luas (m <sup>2</sup> ) | km <sup>2</sup> |
|--------|--------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| 1      | Zona 1 | 31,8      | 5,639                     | 563,9                     | 563,9                   | 317983                 | 0,3179          |
| 2      | Zona 2 | 26,6      | 5,153                     | 515,3                     | 515,3                   | 265534                 | 0,2655          |
| 3      | Zona 3 | 25,3      | 5,029                     | 502,8                     | 502,8                   | 252808                 | 0,2528          |
| Jumlah |        | 83,7      | 15,633                    | 1563,2                    | 1563,2                  | 815476                 | 0,8154          |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Luas zona I = 31,8 Ha,  $\sqrt{\text{luas}} = 5,639$  Ha

Panjang =  $5,639 \times 100 = 563,9$  m, Lebar =  $5,639 \times 100 = 563,9$  m

Luas =  $563,9 \times 5,639 = 317983$  m<sup>2</sup>, dijadikan km<sup>2</sup>, menjadi 0,3179 km<sup>2</sup>

Saluran eksisting dengan panjang 1000 m pada Tabel 4.12

**Tabel 4.7** Panjang Saluran LS

| No     | Nama Saluran | Ls (m) | Ls (km) |
|--------|--------------|--------|---------|
| 1      | Saluran 1    | 350    | 0,35    |
| 2      | Saluran 2    | 350    | 0,35    |
| 3      | Saluran 3    | 300    | 0,30    |
| Jumlah |              | 1000   | 1       |

Sumber : Hasil Perhitungan 2023

**Tabel 4.8** Panjang Saluran LT

| No     | Nama Saluran | Ls (m) | Ls (km) |
|--------|--------------|--------|---------|
| 1      | Saluran 1    | 350    | 0,35    |
| 2      | Saluran 2    | 350    | 0,35    |
| 3      | Saluran 3    | 300    | 0,30    |
| Jumlah |              | 1000   | 1       |

Sumber : Hasil Perhitungan 2023

#### 4.2.1. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk saluran

1. Ketinggian didapat yang tertinggi 36 meter dan terendah 28 meter,

Maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 36 - 28 = 8 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 8 meter,

maka kecepatan aliran (V) 1,50 m/detik untuk saluran 1.

Dengan panjang saluran LS = 350 meter

$$So = \frac{8}{350} = 0,022 \text{ m}$$

Maka didapat kemiringan saluran 0,022 m

2. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk saluran 2.

Ketinggian didapat yang tertinggi 28 meter dan terendah 21 meter,

maka:

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 28 - 21 = 7 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 7 meter,

maka kecepatan aliran (V) 1,50 m/detik untuk saluran 2.

Dengan panjang saluran LS = 350 meter

$$So = \frac{7}{350} = 0,020 \text{ m}$$

Maka didapat kemiringan saluran 0,020 m

3. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk saluran 3.

Ketinggian didapat yang tertinggi 21 meter dan terendah 16 meter, maka:

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 21 - 16 = 5 \text{ meter}$$

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

3 Dengan panjang saluran LS = 300 meter

$$So = \frac{5}{300} = 0,014 \text{ m}$$

Maka didapat kemiringan saluran 0,014 m

#### 4.2.2. Perhitungan Koefisien Tampungan

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Berikut rumus yang digunakan dalam perhitungan

koefisien tampungan. (Wesli, 2008).

Contoh perhitungan koefisien tampungan untuk saluran 1,

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d}$$

$$C_s = \frac{2 \times 0,178}{2 (0,178 + 0,064)} = 0,735$$

Perhitungan koefisien tampungan ( $C_s$ ) untuk saluran selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.40. Intensitas hujan dapat di estimasi dengan menggunakan rumus *Mononobe* seperti berikut. (Wesli, 2008).

$$I_t = \frac{R 24}{24} \times \left( \frac{24}{T_c} \right)^3$$

$$I_t = \frac{121,298}{24} \times \left( \frac{24}{0,178} \right)^3 = 132,893 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Intensitas terukur ( $I_t$ ) untuk saluran selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.40.

#### 4.2.3. Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana menggunakan Metode Rasional, Berikut langkah

- langkah mencari debit rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran 1.

$$Q_R = 0,278.C.C_s.I.A$$

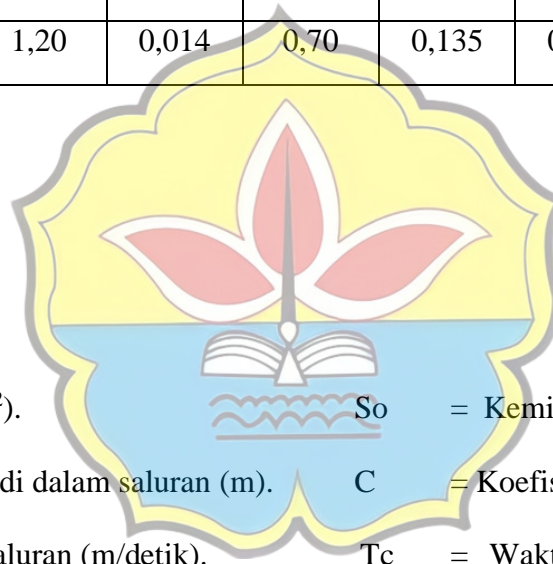
$$Q_R = 0,278 \times 0,70 \times 0,735 \times 132,893 \times 0,3179 = 6,042 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan debit rencana untuk saluran selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.40.

**Tabel 4.9** Hasil Perhitungan Debit Rencana Persaluran  $QR = 0,278.C.Cs.I.A$

| No | Saluran   | A      | LS  | LT  | V    | So    | C    | To    | Td    | Tc    | Cs    | I       | It                  | QR            |
|----|-----------|--------|-----|-----|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|---------|---------------------|---------------|
| 1  | Saluran 1 | 0,3179 | 350 | 350 | 1,50 | 0,022 | 0,70 | 0,114 | 0,064 | 0,178 | 0,735 | 121,298 | 132,893             | 6,042         |
| 2  | Saluran 2 | 0,2655 | 350 | 350 | 1,50 | 0,020 | 0,70 | 0,133 | 0,064 | 0,197 | 0,754 | 121,298 | 124,204             | 4,838         |
| 3  | Saluran 3 | 0,2528 | 300 | 300 | 1,20 | 0,014 | 0,70 | 0,135 | 0,081 | 0,216 | 0,727 | 121,298 | 116,810             | 4,177         |
|    |           |        |     |     |      |       |      |       |       |       |       |         | <b>QR Total</b>     | <b>15,051</b> |
|    |           |        |     |     |      |       |      |       |       |       |       |         | <b>QR Rata-rata</b> | <b>5,019</b>  |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023



Keterangan :

A = Luas *catchment area* (Km<sup>2</sup>).

LS = Jarak yang ditempuh aliran di dalam saluran (m).

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

Cs = Koefisien tampungan.

QR = Debit rencana (m<sup>3</sup>/detik).

QT = Debit Eksisting (m<sup>3</sup>/detik).

So = Kemiringan saluran

C = Koefisien pengaliran.

Tc = Waktu konsentrasi (jam).

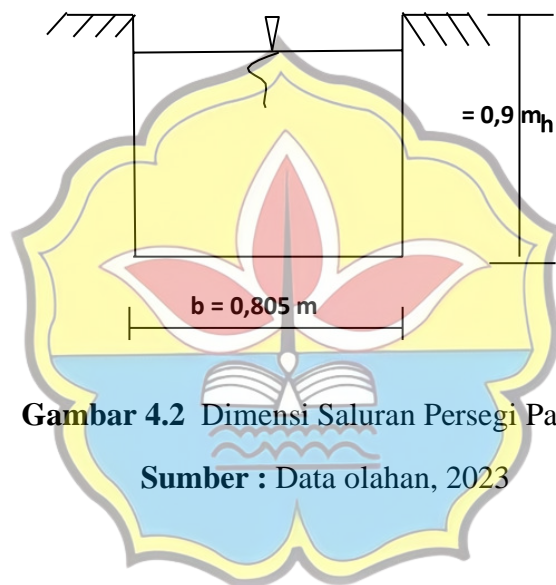
I = Intensitas curah hujan (mm/jam).

QR Total = Debit total (m<sup>3</sup>/detik).

#### 4.2.4. Perhitungan Dimensi Saluran Eksisting

Perhitungan dimensi saluran menggunakan debit rencana rata-rata. Ukuran eksisting drainase berpenampang persegi panjang dengan lebar 0,805 m, tinggi 0,9 m. Dinding saluran beton dengan nilai koefisien *manning* 0,013 dan Debit rencana 5,019 m<sup>3</sup>/det. Berikut perhitungan dimensi saluran sebagai berikut:

##### Penampang Persegi Panjang



**Gambar 4.2** Dimensi Saluran Persegi Panjang  
**Sumber :** Data olahan, 2023

Dari hasil perhitungan debit kontrol (QT) di dapat 3,359 m<sup>3</sup>/detik lebih kecil dari (QR) 5,019m<sup>3</sup>/detik (Tidak Aman) maka perlu direncanakan redesain pada dimensi saluran yang lebih aman



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil tinjauan dan perhitungan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Saluran Drainase di Kelurahan Budiman dengan bentuk penampang trapesium dan dimensi saluran lebar atas 5 meter, lebar bawah 3 meter, tinggi 0,9 meter serta debit saluran  $30 \text{ m}^3/\text{detik}$  sehingga tidak sesuai dengan perhitungan curah hujan eksisting menggunakan metode gumbel yaitu pada periode ulang 2 tahun  $326.778 \text{ mm/detik}$
2. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, maka didapat intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar  $= 372,1451 \text{ mm/jam}$  dan berdasarkan hasil perhitungan debit rencana untuk periode ulang 10 tahun diperoleh sebesar  $34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$  sehingga besar debit tersebut akan digunakan merencanakan saluran baru yaitu dapat berupa penampang persegi panjang dengan lebar 2 meter dan penampang lingkaran dengan diameter 2,3 meter

#### 5.2. Saran

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

1. Perlu dilakukan desain ulang saluran drainase karena tidak sesuai dengan dimensi saluran drainase eksisting.
2. Kepada masyarakat Kelurahan Budiman, khususnya yang tinggal dipinggiran drainase untuk merawat dan menjaga saluran drainase tersebut salah satunya dengan tidak membuang sampah pada saluran drainase agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.

3. Kepada instansi yang terkait perlu adanya perhatian dan kerja sama dengan masyarakat sekitar dalam hal pemeliharaan agar saluran dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yaitu dapat berupa pemeliharaan rutin berupa gotong royong dalam menormalisasi saluran agar dapat bekerja secara optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Try Ayu. 2018, "*Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir di Kelurahan Lumpue Kecamatan Bacukiki Bara Kota Parepare*", Universitas Alauddin : Makassar.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2019. Sultan Thaha Kota Jambi.
- Hasmar, halim H.A. 2012, "*Drainase Terapan*", Yogyakarta : UII press, edisi cetakan pertama.
- Kamiana, Made. 2011. "*Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*". Palangka Raya : Graha Ilmu.
- Kustamar. Dkk. 2008. *Kajian Sistem Jaringan Drainase Guna Menanggulangi Genangan Air Hujan Daerah Gading Kasri – Bareng*. Jurnal Sondir, 2(3). Hlm. 1-15.
- Mulyanto, H. R. 2013. *Penataan Drainase Perkotaan*, Edisi Pertama – Yogyakarta : Graha Ilmu
- SNI 03 – 3424 – 1994 Tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Suripin. 2004, "*Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*", Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Prof. Dr. Ir. Bambang, CES. DEA. 2013. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wesli. 2008. "*Drainase Perkotaan*". Yogyakarta : edisi cetakan pertama.
- Zuhri, Imam. 2014. "*Drainase Perkotaan*". Penerbit : Gunadarma, Jakarta.

1. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

| No | Periode Ulang<br>(T) | KT    | Log $\bar{X}$ | Log XT | S     | Curah Hujan<br>(XT) |
|----|----------------------|-------|---------------|--------|-------|---------------------|
|    | Tahun                |       |               |        |       | (mm)                |
| 1  | 2                    | 0,000 | 2,518         | 2,518  | 0,071 | 329,951             |
| 2  | 5                    | 0,840 | 2,518         | 2,578  | 0,071 | 378,659             |
| 3  | 10                   | 1,280 | 2,518         | 2,610  | 0,071 | 406,979             |
| 4  | 20                   | 1,640 | 2,518         | 2,635  | 0,071 | 431,717             |
| 5  | 50                   | 2,050 | 2,518         | 2,664  | 0,071 | 461,729             |
| 6  | 100                  | 2,330 | 2,518         | 2,684  | 0,071 | 483,414             |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

2. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal

| No        | Tahun | Curah Hujan Maks<br>(Xi)         | (Log Xi) | (Log Xi -<br>Log $\bar{X}$ ) | (Log Xi -<br>Log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> |
|-----------|-------|----------------------------------|----------|------------------------------|---|
|           |       | (mm)                             |          |                              |   |
| 1         | 2011  | 345,00                           | 2,538    | 0,019                        | 0,000375                                  |
| 2         | 2012  | 389,00                           | 2,590    | 0,071                        | 0,005112                                  |
| 3         | 2013  | 322,50                           | 2,509    | -0,010                       | 0,000098                                  |
| 4         | 2014  | 277,00                           | 2,442    | -0,076                       | 0,005771                                  |
| No        | Tahun | Curah Hujan Maks<br>(Xi)<br>(mm) | (Log Xi) | (Log Xi -<br>Log $\bar{X}$ ) | (Log Xi -<br>Log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> |
| 5         | 2015  | 326,00                           | 2,513    | -0,005                       | 0,000027                                  |
| 6         | 2016  | 338,10                           | 2,529    | 0,011                        | 0,000112                                  |
| 7         | 2017  | 345,20                           | 2,538    | 0,020                        | 0,000385                                  |
| 8         | 2018  | 234,00                           | 2,369    | -0,149                       | 0,022271                                  |
| 9         | 2019  | 340,00                           | 2,531    | 0,013                        | 0,000170                                  |
| 10        | 2020  | 421,40                           | 2,625    | 0,106                        | 0,011288                                  |
| Jumlah    |       | 3338,20                          | 25,185   |                              | 0,045610                                  |
| $\bar{X}$ |       | 333,82                           | 2,518    |                              |   |
| S         |       | 0,071                            |          |                              |   |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

3. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel

| No | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) | (Xi - $\bar{X}$ ) | (Xi - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> |
|----|-------|-----------------------|-------------------|--------------------------------|
|    |       | (mm)                  |                   |                                |
| 1  | 2011  | 345,00                | 11,180            | 124,992                        |
| 2  | 2012  | 389,00                | 55,180            | 3044,832                       |
| 3  | 2013  | 322,50                | -11,320           | 128,142                        |
| 4  | 2014  | 277,00                | -56,820           | 3228,512                       |
| 5  | 2015  | 326,00                | -7,820            | 61,152                         |

|           |      |         |         |           |
|-----------|------|---------|---------|-----------|
| 6         | 2016 | 338,10  | 4,280   | 18,318    |
| 7         | 2017 | 345,20  | 11,380  | 129,504   |
| 8         | 2018 | 234,00  | -99,820 | 9964,032  |
| 9         | 2019 | 340,00  | 6,180   | 38,192    |
| 10        | 2020 | 421,40  | 87,580  | 7670,256  |
| Jumlah    |      | 3338,20 |         | 24407,936 |
| $\bar{X}$ |      | 333,82  |         |           |
| S         |      | 52,077  |         |           |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 4. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

| No | Periode Ulang ( T ) Tahun | Ytr    | Yn     | Sn     | $\bar{X}$ | S      | K     | Curah Hujan ( XT ) ( mm ) | $P^{60} (T)$ mm/menit |
|----|---------------------------|--------|--------|--------|-----------|--------|-------|---------------------------|-----------------------|
| 1  | 2                         | 0,3668 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 0,135 | 326,778                   | 91,958                |
| 2  | 5                         | 1,5004 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 1,059 | 388,946                   | 109,452               |
| 3  | 10                        | 2,2510 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 1,849 | 430,109                   | 121,036               |
| 4  | 20                        | 2,9709 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 2,607 | 469,589                   | 132,146               |
| 5  | 50                        | 3,9028 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 3,588 | 520,695                   | 146,527               |
| 6  | 100                       | 4,6012 | 0,4952 | 0,9496 | 333,82    | 52,077 | 4,324 | 558,996                   | 157,305               |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 5. Table Hasil Analisis Frekuensi

| Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |         |         |         |         |
|----------------|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | 2                        | 5       | 10      | 20      | 50      | 100     |
|                | Tahun                    | Tahun   | Tahun   | Tahun   | Tahun   | Tahun   |
| 5              | 225,832                  | 346,507 | 448,188 | 560,302 | 725,316 | 863,157 |
| 10             | 169,021                  | 259,339 | 335,440 | 419,350 | 542,853 | 646,018 |
| 20             | 117,871                  | 180,856 | 233,927 | 292,444 | 378,571 | 450,515 |
| 30             | 93,493                   | 143,451 | 185,546 | 231,961 | 300,276 | 357,341 |
| 40             | 78,771                   | 120,863 | 156,330 | 195,436 | 252,994 | 301,074 |
| 60             | 61,381                   | 94,181  | 121,818 | 152,290 | 197,141 | 234,606 |

|     |        |        |         |         |         |         |
|-----|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 80  | 51,180 | 78,529 | 101,573 | 126,981 | 164,378 | 195,617 |
| 120 | 39,393 | 60,442 | 78,179  | 97,735  | 126,519 | 150,563 |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

6. Table Nilai Kritis Uji Smirnov – Kolmogorov

| n           | Derajat Kepercayaan $\alpha$ |                  |                  |                  |
|-------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|             | 0.2                          | 0.1              | 0.05             | 0.01             |
| 5           | 0.48                         | 0.54             | 0.61             | 0.73             |
| 10          | 0.34                         | 0.38             | 0.41             | 0.51             |
| 15          | 0.27                         | 0.31             | 0.35             | 0.41             |
| 20          | 0.24                         | 0.27             | 0.3              | 0.36             |
| 25          | 0.21                         | 0.24             | 0.27             | 0.32             |
| 30          | 0.19                         | 0.22             | 0.24             | 0.29             |
| 35          | 0.18                         | 0.2              | 0.23             | 0.27             |
| 40          | 0.17                         | 0.19             | 0.21             | 0.25             |
| 45          | 0.16                         | 0.18             | 0.2              | 0.24             |
| 50          | 0.15                         | 0.17             | 0.19             | 0.23             |
| $n \geq 50$ | $1.07 / n^{0.5}$             | $1.22 / n^{0.5}$ | $1.36 / n^{0.5}$ | $1.63 / n^{0.5}$ |

Sumber : Suripin tahun 2004

7. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode

| Periode Ulang Tahun (T) | Talbot    |        | Ishiguro |        | Sherman |       |          |
|-------------------------|-----------|--------|----------|--------|---------|-------|----------|
|                         | A         | b      | a        | B      | Log a   | n     | a        |
| 2                       | 4851,742  | 18,134 | 453,162  | -0,378 | 2,772   | 0,555 | 592,054  |
| 5                       | 7444,300  | 18,134 | 695,312  | -0,378 | 2,958   | 0,555 | 908,422  |
| 10                      | 9628,782  | 18,134 | 899,347  | -0,378 | 3,070   | 0,555 | 1174,992 |
| 20                      | 12037,434 | 18,134 | 1124,320 | -0,378 | 3,167   | 0,555 | 1468,918 |
| 50                      | 15582,564 | 18,134 | 1455,442 | -0,378 | 3,279   | 0,555 | 1901,527 |
| 100                     | 18543,911 | 18,134 | 1732,038 | -0,378 | 3,355   | 0,555 | 2262,898 |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

8. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Talbot

| No | Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5              | 209,724                  | 321,791 | 416,218  | 520,336  | 673,580  | 801,588   |
| 2  | 10             | 172,451                  | 264,602 | 342,248  | 427,861  | 553,870  | 659,129   |
| 3  | 20             | 127,229                  | 195,214 | 252,499  | 315,662  | 408,627  | 486,283   |
| 4  | 30             | 100,797                  | 154,658 | 200,041  | 250,082  | 323,733  | 385,256   |
| 5  | 40             | 83,458                   | 128,054 | 165,631  | 207,064  | 268,046  | 318,986   |
| 6  | 60             | 62,095                   | 95,276  | 123,234  | 154,061  | 199,434  | 237,335   |
| 7  | 80             | 49,440                   | 75,859  | 98,119   | 122,663  | 158,789  | 188,965   |
| 8  | 120            | 35,123                   | 53,892  | 69,706   | 87,143   | 112,808  | 134,246   |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

9. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Ishiguro

| No | Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5              | 243,884                  | 374,205 | 484,013  | 605,089  | 783,293  | 932,152   |
| 2  | 10             | 162,755                  | 249,725 | 323,005  | 403,805  | 522,729  | 622,070   |
| 3  | 20             | 110,685                  | 169,830 | 219,665  | 274,615  | 355,491  | 423,049   |
| 4  | 30             | 88,868                   | 136,355 | 176,368  | 220,487  | 285,422  | 339,664   |
| 5  | 40             | 76,205                   | 116,926 | 151,237  | 189,070  | 244,752  | 291,266   |
| 6  | 60             | 61,504                   | 94,369  | 122,061  | 152,595  | 197,535  | 235,076   |
| 7  | 80             | 52,901                   | 81,168  | 104,987  | 131,249  | 169,903  | 202,192   |

|   |     |        |        |        |         |         |         |
|---|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 8 | 120 | 42,846 | 65,741 | 85,033 | 106,304 | 137,611 | 163,763 |
|---|-----|--------|--------|--------|---------|---------|---------|

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 10. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Sherman

| No | Durasi<br>(menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|-------------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                   | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5                 | 242,507                  | 372,092 | 481,279  | 601,672  | 778,870  | 926,888   |
| 2  | 10                | 165,111                  | 253,340 | 327,681  | 409,650  | 530,296  | 631,075   |
| 3  | 20                | 112,417                  | 172,487 | 223,102  | 278,912  | 361,054  | 429,669   |
| 4  | 30                | 89,779                   | 137,753 | 178,175  | 222,746  | 288,346  | 343,144   |
| 5  | 40                | 76,539                   | 117,438 | 151,900  | 189,898  | 245,825  | 292,542   |
| 6  | 60                | 61,126                   | 93,789  | 121,311  | 151,657  | 196,322  | 233,631   |
| 7  | 80                | 52,112                   | 79,958  | 103,422  | 129,293  | 167,371  | 199,178   |
| 8  | 120               | 41,618                   | 63,857  | 82,595   | 103,256  | 133,666  | 159,068   |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

#### 11. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 2 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | 1         | 2            | 3             | $4 = (2-3)^2$ | 5               | $6 = (2-5)^2$ | 7              | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 225,832      | 209,724       | 259,484       | 243,884         | 325,862       | 242,507        | 278,034       |
| 2               | 10        | 169,021      | 172,451       | 11,767        | 162,755         | 39,260        | 165,111        | 15,285        |
| 3               | 20        | 117,871      | 127,229       | 87,575        | 110,685         | 51,640        | 112,417        | 29,747        |
| 4               | 30        | 93,493       | 100,797       | 53,344        | 88,868          | 21,388        | 89,779         | 13,795        |
| 5               | 40        | 78,771       | 83,458        | 21,963        | 76,205          | 6,585         | 76,539         | 4,983         |
| 6               | 60        | 61,381       | 62,095        | 0,510         | 61,504          | 0,015         | 61,126         | 0,065         |
| 7               | 80        | 51,180       | 49,440        | 3,029         | 52,901          | 2,959         | 52,112         | 0,868         |
| 8               | 120       | 39,393       | 35,123        | 18,225        | 42,846          | 11,928        | 41,618         | 4,952         |
| Jumlah          |           |              |               | 455,898       |                 | 459,637       |                | 347,730       |
| Standar Deviasi |           |              |               | 7,482         |                 | 7,514         |                | 6,517         |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022



12. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 5 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | <i>1</i>  | <i>2</i>     | <i>3</i>      | $4 = (2-3)^2$ | <i>5</i>        | $6 = (2-5)^2$ | <i>7</i>       | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 346,507      | 321,791       | 610,891       | 374,205         | 767,161       | 372,092        | 654,561       |
| 2               | 10        | 259,339      | 264,602       | 27,703        | 249,725         | 92,427        | 253,340        | 35,985        |
| 3               | 20        | 180,856      | 195,214       | 206,173       | 169,830         | 121,573       | 172,487        | 70,032        |
| 4               | 30        | 143,451      | 154,658       | 125,586       | 136,355         | 50,353        | 137,753        | 32,478        |
| 5               | 40        | 120,863      | 128,054       | 51,707        | 116,926         | 15,503        | 117,438        | 11,731        |
| 6               | 60        | 94,181       | 95,276        | 1,200         | 94,369          | 0,035         | 93,789         | 0,153         |
| 7               | 80        | 78,529       | 75,859        | 7,131         | 81,168          | 6,966         | 79,958         | 2,043         |
| 8               | 120       | 60,442       | 53,892        | 42907         | 65,741          | 28,080        | 63,857         | 11,659        |
| Jumlah          |           |              |               | 1073,297      |                 | 1082,099      |                | 818,642       |
| Standar Deviasi |           |              |               | 11,540        |                 | 11,587        |                | 10,066        |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

13. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 10 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | <i>1</i>  | <i>2</i>     | <i>3</i>      | $4 = (2-3)^2$ | <i>5</i>        | $6 = (2-5)^2$ | <i>7</i>       | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 448,188      | 416,218       | 1022,018      | 484,013         | 1283,458      | 481,279        | 1095,079      |
| 2               | 10        | 335,440      | 342,248       | 46,347        | 323,005         | 154,630       | 327,681        | 60,203        |
| 3               | 20        | 233,927      | 252,499       | 344,927       | 219,665         | 203,391       | 223,102        | 117,163       |
| 4               | 30        | 185,546      | 200,041       | 210,105       | 176,368         | 84,241        | 178,175        | 54,335        |
| 5               | 40        | 156,330      | 165,631       | 86,505        | 151,237         | 25,936        | 151,900        | 19,625        |
| 6               | 60        | 121,818      | 123,234       | 2,007         | 122,061         | 0,059         | 121,311        | 0,256         |
| 7               | 80        | 101,573      | 98,119        | 11,930        | 104,987         | 11,655        | 103,422        | 3,419         |
| 8               | 120       | 78,179       | 69,706        | 71,783        | 85,033          | 46,978        | 82,595         | 19,505        |
| Jumlah          |           |              |               | 1795,622      |                 | 1810,347      |                | 1369,586      |
| Standar Deviasi |           |              |               | 14,948        |                 | 15,010        |                | 13,046        |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

14. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 20 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | <i>1</i>  | <i>2</i>     | <i>3</i>      | $4 = (2-3)^2$ | <i>5</i>        | $6 = (2-5)^2$ | <i>7</i>       | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 560,302      | 520,336       | 1597,290      | 605,089         | 2005,888      | 601,672        | 1711,474      |
| 2               | 10        | 419,350      | 427,861       | 72,434        | 403,805         | 241,668       | 409,650        | 94,091        |
| 3               | 20        | 292,444      | 315,662       | 539,079       | 274,615         | 317,876       | 278,912        | 183,111       |
| 4               | 30        | 231,961      | 250,082       | 328,368       | 220,487         | 131,658       | 222,746        | 84,920        |
| 5               | 40        | 195,436      | 207,064       | 135,197       | 189,070         | 40,534        | 189,898        | 30,672        |
| 6               | 60        | 152,290      | 154,061       | 3,137         | 152,595         | 0,093         | 151,657        | 0,401         |
| 7               | 80        | 126,981      | 122,663       | 18,644        | 131,249         | 18,215        | 129,293        | 5,343         |
| 8               | 120       | 97,735       | 87,143        | 112,188       | 106,304         | 73,421        | 103,256        | 30,484        |
| Jumlah          |           |              | 2806,339      |               | 2829,352        |               | 2140,495       |               |
| Standar Deviasi |           |              | 18,703        |               | 18,779          |               | 16,327         |               |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

15. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 50 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | <i>1</i>  | <i>2</i>     | <i>3</i>      | $4 = (2-3)^2$ | <i>5</i>        | $6 = (2-5)^2$ | <i>7</i>       | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 725,316      | 673,580       | 2676,663      | 783,293         | 3361,373      | 778,870        | 2868,009      |
| 2               | 10        | 542,853      | 553,870       | 121,382       | 522,729         | 404,975       | 530,296        | 157,673       |
| 3               | 20        | 378,571      | 408,627       | 903,363       | 355,491         | 532,681       | 361,054        | 306,849       |
| 4               | 30        | 300,276      | 323,733       | 550,264       | 285,422         | 220,627       | 288,346        | 142,304       |
| 5               | 40        | 252,994      | 268,046       | 226,557       | 244,752         | 67,926        | 245,825        | 51,399        |
| 6               | 60        | 197,141      | 199,434       | 5,257         | 197,535         | 0,155         | 196,322        | 0,672         |
| 7               | 80        | 164,378      | 158,789       | 31,244        | 169,903         | 30,523        | 167,371        | 8,954         |
| 8               | 120       | 126,519      | 112,808       | 188,000       | 137,611         | 123,036       | 133,666        | 51,083        |
| Jumlah          |           |              | 4702,731      |               | 4741,296        |               | 3586,942       |               |
| Standar Deviasi |           |              | 24,225        |               | 24,324          |               | 21,151         |               |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

16. Table Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 100 Tahun

| No              | I Terukur |              | I Rumus       |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | (menit)   | Pi (2 Tahun) | <i>Talbot</i> |               | <i>Ishiguro</i> |               | <i>Sherman</i> |               |
|                 | <i>I</i>  | <i>2</i>     | <i>3</i>      | $4 = (2-3)^2$ | <i>5</i>        | $6 = (2-5)^2$ | <i>7</i>       | $8 = (2-7)^2$ |
| 1               | 5         | 863,157      | 801,588       | 3790,693      | 932,152         | 4760,379      | 926,888        | 4061,676      |
| 2               | 10        | 646,018      | 659,129       | 171,902       | 622,070         | 573,527       | 631,075        | 223,296       |
| 3               | 20        | 450,515      | 486,283       | 1279,344      | 423,049         | 754,383       | 429,669        | 434,559       |
| 4               | 30        | 357,341      | 385,256       | 779,284       | 339,664         | 312,451       | 343,144        | 201,532       |
| 5               | 40        | 301,074      | 318,986       | 320,851       | 291,266         | 96,196        | 292,542        | 72,791        |
| 6               | 60        | 234,606      | 237,335       | 7,445         | 235,076         | 0,220         | 233,631        | 0,951         |
| 7               | 80        | 195,617      | 188,965       | 44,247        | 202,192         | 43,227        | 199,178        | 12,680        |
| 8               | 120       | 150,563      | 134,246       | 266,246       | 163,763         | 174,244       | 159,068        | 72,344        |
| Jumlah          |           |              | 9869,243      |               | 6714,627        |               | 5079,830       |               |
| Standar Deviasi |           |              | 35,109        |               | 28,954          |               | 25,179         |               |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

17. Table Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)

| No | Periode Ulang (Tahun) | <i>Metode Talbot</i> | <i>Metode Ishiguro</i> | <i>Metode Sherman</i> |
|----|-----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| 1  | 2                     | 7,482                | 7,514                  | 6,517                 |
| 2  | 5                     | 11,540               | 11,587                 | 10,066                |
| 3  | 10                    | 14,948               | 15,010                 | 13,046                |
| 4  | 20                    | 18,703               | 18,779                 | 16,327                |
| 5  | 50                    | 24,225               | 24,324                 | 21,151                |
| 6  | 100                   | 35,109               | 28,954                 | 25,179                |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

18. Table Panjang Saluran (Ls)

| No | Nama Saluran | Ls (m) | Ls (km) |
|----|--------------|--------|---------|
| 1  | Saluran I    | 100    | 0,10    |
| 2  | Saluran II   | 150    | 0,15    |
| 3  | Saluran III  | 250    | 0,25    |

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

19. Table 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                          |
| Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran % | Kecepatan Rata-rata (m/detik) |
| 6 - 10                               | 1.50                          |
| 10 - 15                              | 2.40                          |

Sumber : Wesli, 2008

20. Table 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

21. Table Koefisien *Manning*

| Bahan                                       | Koefisien <i>Manning</i> ( <i>n</i> ) |
|---|---------------------------------------|
| Besi tuang dilapis                          | 0,014                                 |
| Kaca  | 0,010                                 |
| Saluran beton                               | 0,013                                 |
| Bata dilapis mortar                         | 0,015                                 |
| Pasangan batu disemen                       | 0,025                                 |
| Saluran tanah bersih                        | 0,022                                 |
| Saluran tanah bersih                        | 0,030                                 |
| Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040                                 |
| Saluran pada galian batu cadas              | 0,040                                 |



## DOKUMENTASI LAPANGAN KECAMATAN JAMBI TIMUR

### KOTA JAMBI



**Gambar 1.** Pengukuran Lebar Bagian Atas pada Drainase Penelitian yang Berbentuk Persegi Panjang



**Gambar 2.** Pengukuran Lebar Bagian Bawah pada Drainase Penelitian yang Berbentuk Persegi Panjang