

**EVALUASI KONDISI KAPASITAS SALURAN  
DRAINASE KECAMATAN BANGKINANG KOTA**



**Oleh:**

**NAMA : BONO AHMAD ISLAMH  
NIM : 1822101003**

**PROGRAM STUDI SI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI  
RIAU  
2022**

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KONDISI KAPASITAS SALURAN  
DRAINASE KECAMATAN BANGKINANG KOTA**



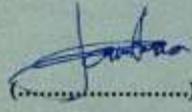
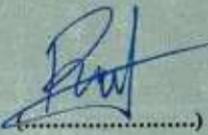
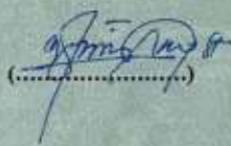
**NAMA : BONO AHMAD ISLAMI**

**NIM : 1822201003**

**Diajukan sebagai persyaratan untuk mendapatkan  
Gelar Sarjana S1 Teknik Sipil**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI  
RIAU  
2022**

**LEMBARAN PERSETUJUAN DEWAN PENGUJIAN  
TUGAS AKHIR S1 TEKNIK SIPIL**

No	NAMA	TANDA TANGAN
1.	<u>Dana Aswara, S.T., M.S.</u> Ketua	 (.....)
2.	<u>Resy Kumala Sari, S.T., M.S.</u> Sekretaris	 (.....)
3.	<u>Beny Setiawan, M.T.</u> Penguji I	 (.....)
4.	<u>Novi Yona Sidratul Munti, S.kom., M.kom</u> Penguji II	 (.....)

Mahasiswa :  
Nama : BONO AHMAD ISLAMI  
NIM : 1822201003  
Tanggal Ujian : 29-07-2022

**LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Penelitian Tugas Akhir yang Berjudul :

**EVALUASI KONDISI KAPASITAS SALURAN DRAINASE  
KECAMATAN BANGKINANG KOTA**

Disusun Oleh :

Nama : Bono Ahmad Islami

NIM : 1822201003

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Bangkinang, 29 Juli 2022

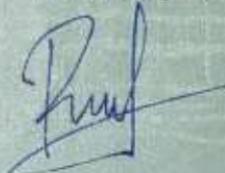
Disetujui oleh :

**Pembimbing I**



Dana Aswara, S.T., M.T.  
NIDN. 1021029402

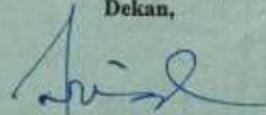
**Pembimbing II**



Resy Kumala Sari, S.T., M.S.  
NIDN. 1015128902

Mengetahui,

**Fakultas Teknik  
Dekan,**



Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E.  
NIDN. 1001117701

**Program Studi S1 Teknik Sipil  
Ketua,**



Beny Setiawan, M.T.  
NIDN. 1005048902

**SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Penelitian Tugas Akhir saya dengan judul Evaluasi Kondisi Kapasitas Saluran Drainase Kecamatan Bangkinang Kota, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Penelitian Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, Kecuali arahan dari pembimbing.
3. Di dalam Penelitian Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, Kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena Penelitian Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, 06 Agustus 2022

Saya yang Menyatakan

BONO AHMAD ISALAMI  
1822201008

**CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
FACULTY OF ENGINEERING  
PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI UNIVERSITY**

**Final Project Research Results Seminar, 06 August 2022  
BONO AHMAD ISLAMI**

***EVALUATION OF THE CONDITION OF THE DRAINAGE CHANNEL  
CAPACITY OF BANGKINANG KOTA DISTRICT***

**xiv + 36 Pages + 5 Tables + 14 Figures + 4 Appendices**

**ABSTRACT**

*The increase in population growth and urban development is always followed by an increase in the need for infrastructure including drainage. Drainage infrastructure in general has experienced a decline in its function, problems that are often encountered include; Drainage capacity is unable to accommodate high rainfall, accumulation of garbage in drainage channels, misuse of functions, and low public awareness. Kampar Regency, precisely in Bangkinang City, is an area where some areas are always inundated when it rains. The problem that often occurs is flooding or inundation that occurs during high rainfall. To overcome this problem, it is necessary to conduct a study to analyze the drainage capacity in the area. The methods carried out in the data collection stage are primary data and secondary data obtained directly from the intended field survey. The results showed that the condition of the drainage channel capacity in Bangkinang Kota District was able to accommodate rainfall on the 10 return period, and the calculation of drainage capacity in Bangkinang Kota District found that the occurrence of inundation in the Bangkinang Kota area was caused by other factors.*

***Keywords : Drainage Capacity, Flood, Bangkinang city.***

***Reading List : 11 (1948-2021)***

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI**

**Seminar Hasil Penelitian Tugas Akhir, 06 Agustus 2022  
BONO AHMAD ISLAMI**

**EVALUASI KONDISI KAPASITAS SALURAN DRAINASE  
KECAMATAN BANGKINANG KOTA**

**xiv + 36 Halaman + 5 Tabel + 14 Gambar + 4 Lampiran**

**ABSTRAK**

Bertambahnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan akan prasarana diantaranya yaitu drainase. Prasarana drainase pada umumnya sudah mengalami penurunan kondisi dalam fungsinya, masalah yang sering dijumpai antara lain; kapasitas drainase tidak mampu menampung curah hujan yang tinggi, menumpuknya sampah dalam saluran drainase, penyalahgunaan fungsi, dan kesadaran masyarakat yang rendah. Kabupaten Kampar, tepatnya di Bangkinang Kota termasuk daerah yang beberapa wilayahnya selalu tergenang air disaat hujan. Permasalahan yang sering terjadi adalah banjir atau genangan yang terjadi pada saat curah hujan yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan itu, maka perlu dilakukan kajian guna menganalisis kapasitas drainase di daerah tersebut. Metode yang dilakukan dalam tahap pengumpulan data adalah data primer dan data sekunder yang didapatkan langsung dari survei lapangan yang bertujuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kapasitas saluran drainase di Kecamatan Bangkinang Kota mampu menampung curah hujan kala ulang 10 tahun, dan perhitungan kapasitas drainase di Kecamatan Bangkinang Kota didapatkan bahwa terjadinya genangan di wilayah Kelurahan Bangkinang Kota diakibatkan oleh faktor lain.

**Kata Kunci : Kapasitas Drainase, Banjir, Bangkinang Kota.**

**Daftar Bacaan : 11 (1948-2021)**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunianya peneliti menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Evaluasi Kondisi Saluran Drainase Kecamatan Bangkinang Kota**”

Penelitian ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, peneliti banyak mendapatkan terima kasih yang tulus kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Amir Luthfi selaku rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
2. Bapak Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E. Selaku dekan fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
3. Bapak Beny Setiawan, M.T. Selaku ketua prodi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
4. Ibuk Dana Aswara, S.T., M.S. Selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan petunjuk dan bersusah payah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.
5. Ibuk Resy Kumalasary, S.T., M.S. Selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan petunjuk dan bersusah

payah membantu dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

6. Bapak dan Ibuk dosen Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan bagi peneliti dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
7. Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang beserta staf pegawai atas dukungan dan kerjasama dalam pengambilan data yang diteliti.
8. Kedua orang tua, keluarga tercinta dan Jannah yang selalu mendoakan dan memberi semangat demi keberhasilan tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2018 Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai Riau yang telah bermurah hati dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh keluarga besar mahasiswa prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai Riau angkatan tahun 2017, 2019, 2020 dan 2021 yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada peneliti dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Seluruh sahabat dan saudara yang memberikan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
12. Seluruh pihak yang terlibat yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi penampilan dan penulisan. Oleh karena itu, peneliti senantiasa mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Bangkinang, 06 Agustus 2022

Peneliti

BONO AHMAD ISLAMI

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
LEMBARAN PERSETUJUAN DEWAN PENGUJIAN....Error! Bookmark not defined.	
LEMBARAN PERSETUJUAN PEMBIMBING ..Error! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Batasan Masalah.....	2
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
A. Tinjauan Pustaka .....	4
B. Kerangka Teori.....	5
C. Perhitungan Drainase .....	11
1. Perhitungan Drainase .....	11
2. Perhitungan Metode Hidrologi .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	17
B. Metode Pengumpulan Data .....	18
C. Pengolahan Data.....	18
D. Bagan Alir Penelitian .....	19
E. Jadwal Penelitian.....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>

A. Analisa Saluran .....	21
B. Analisa Frekuensi.....	35
C. Pembahasan.....	36
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>37</b>
A. Kesimpulan .....	37
B. Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Dimensi Saluran .....	21
Tabel 4.2 Debit Saluran.....	34
Tabel 4. 3 Data Curah hujan.....	35
Tabel 4. 4 Perbandingan Debit dengan Curah Hujan .....	36

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1 Drainase Alami.....	7
Gambar 2. 2 Drainase Buatan .....	8
Gambar 2. 3 Drainase Permukaan Tanah .....	8
Gambar 2. 4 Drainase Bawah Tanah.....	9
Gambar 2. 5 Drainase Terbuka .....	10
Gambar 2. 6 Drainase Tertutup .....	11
Gambar 2. 7 Saluran Trapesium.....	12
Gambar 2. 8 Saluran Persegi Panjang .....	13
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	17
Gambar 4. 1 Sungai Petai II.1 .....	21
Gambar 4. 2 Sungai Petai II.2 .....	24
Gambar 4. 3 Sungai Petai II.3 .....	27
Gambar 4. 4 Sungai Petai II.4 .....	29
Gambar 4. 5 Sungai Petai II.5 .....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 2 : Data Badan *Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*
- Lampiran 3 : Lembar Konsultasi

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar belakang**

Indonesia memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan, salah satu permasalahan yang ada di Indonesia pada musim penghujan yaitu banjir. Penyebab terjadinya banjir adalah adanya genangan air pada suatu tempat dalam waktu tertentu. Bencana alam yang terjadi di Indonesia sepanjang 2021 didominasi oleh bencana banjir, mencapai 1.288 kejadian atau 42,1% (Vika Azkiya Dihni, 2021).

Menurut Nurhamidin (2015), dengan bertambahnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan akan prasarana diantaranya yaitu drainase. Prasarana drainase pada umumnya sudah mengalami penurunan kondisi dalam fungsinya, masalah yang sering dijumpai antara lain; kapasitas drainase tidak mampu menampung curah hujan yang tinggi, menumpuknya sampah dalam saluran drainase, penyalahgunaan fungsi, dan kesadaran masyarakat yang rendah.

Kabupaten Kampar, tepatnya di Bangkinang Kota termasuk daerah yang beberapa wilayahnya selalu tergenang air disaat hujan. Permasalahan yang sering terjadi adalah banjir atau genangan yang terjadi pada saat curah hujan yang tinggi. Untuk mengatasi permasalahan itu, maka perlu dilakukan kajian guna menganalisis kapasitas drainase di daerah tersebut.

Perhitungan kapasitas drainase ini berguna untuk mengetahui daya tampung dari curah hujan yang berpengaruh terhadap bencana banjir, sehingga masyarakat sekitar bisa terbantu dan terhindar dari dampak yang disebabkan oleh banjir.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk menganalisa kapasitas saluran drainase yang ada guna membantu pemerintah dan masyarakat untuk menanggulangi permasalahan banjir yang ada di Bangkinang Kota.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kapasitas saluran drainase di Kecamatan Bangkinang Kota ?
2. Bagaimana perhitungan kapasitas drainase di Kecamatan Bangkinang Kota ?

### **C. Batasan Masalah**

Penulis membatasi penelitian ini agar penelitian tidak terlalu luas cakupannya dan tetap pada maksud atau tujuan yang ditetapkan, adapun batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini melakukan evaluasi kapasitas saluran drainase
2. Penelitian ini dilakukan pada saluran Petai II

#### **D. Tujuan Penelitian**

Penulis melakukan penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui kondisi saluran drainase eksisting terhadap curah hujan di Kecamatan Bangkinang Kota.
2. Untuk mengetahui titik-titik saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas debit sesuai data curah hujan.

#### **E. Manfaat penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi:

1. Bagi masyarakat, terhindar dari dampak yang di sebabkan oleh banjir.
2. Bagi universitas, penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk menambah referensi sebagai bahan penelitian lanjutan atau pengabdian kepada masyarakat pada masa yang akan datang.
3. Bagi mahasiswa, sebagai referensi ilmu pengetahuan dan sebagai referensi penelitian selanjutnya.
4. Bagi pemerintah, menjadi acuan dokumentasi kondisi drainase perkotaan untuk mengetahui titik kondisi drainase yang tidak baik dan sebagai acuan untuk pembangunan atau perbaikan saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas debit.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

Dalam penelitian maka diperlukan hasil penelitian yang pernah ada yang berkaitan dengan penelitian tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Rika (2021), menggunakan analisis kualitatif untuk menggambarkan kondisi drainase disajikan dalam bentuk tabel, penguraian dan gambar serta analisis kondisi drainase dalam menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam operasi dan pemeliharaan drainase di kota Makale

Penelitian yang dilakukan oleh Suci Wiarni (2018), menggunakan metode analisis skoring dan analisis deskriptif untuk menghasilkan penilaian tingkat kekumuhan kawasan permukiman di Kecamatan Kotamobagu Timur. Hasil analisis menunjukkan 7 kriteria kondisi fisik yaitu kondisi bangunan, kondisi jalan, kondisi drainase, kondisi air minum, kondisi air limbah, kondisi persampahan dan kondisi proteksi kebakaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Amanda Porajouw (2019), menggunakan distribusi *Log-Pearson* III dan menghitung debit rencana dengan metode rasional dengan menggunakan rumus *Manning*. Hasil dari kedua analisis ini dibandingkan

( $Q_{kapasitas} > Q_{rencana}$ ) untuk melihat daya tampung dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis di lokasi ada beberapa ruas saluran eksisting tidak mampu menampung debit hujan dengan kala 10 tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Imamuddin (2019), menggunakan metode distribusi curah hujan dan menggunakan metode *gumbell*, dihasilkan intensitas curah hujan 5 tahun dengan debit tampungan drainase eksisting. Hasil analisa kapasitas yang diperlukan agar tidak terjadi banjir yaitu dengan menormalisasikan saluran.

## **B. Kerangka Teori**

### 1. Pengertian Drainase

Menurut Suriphin (2004) drainase sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi.

### 2. Tujuan Drainase

Tujuan dari drainase adalah sebagai berikut (Hasmar, 2002):

- a. Untuk meningkatkan kesehatan lingkungan pemukiman.
- b. Pengendalian kelebihan air permukaan dapat dilakukan secara aman, lancar dan efisien serta sejauh mungkin dapat mendukung kelestarian lingkungan.

- c. Dapat mengurangi genangan-genangan air yang menyebabkan bersarangnya nyamuk malaria dan penyakit-penyakit lain, seperti demam berdarah, serta penyakit lain yang disebabkan kurang sehatnya lingkungan pemukiman.
- d. Untuk memperpanjang umur ekonomis sarana-sarana fisik antara lain: jalan, kawasan pemukiman, kawasan perdagangan dari kerusakan serta gangguan kegiatan akibat tidak berfungsinya sarana drainase.

### 3. Fungsi Drainase

Fungsi drainase menurut Hardjosuprpto (1998) sebagai berikut:

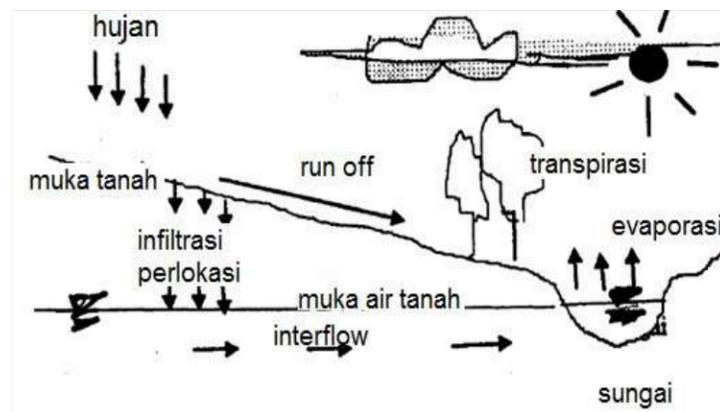
- a. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaannya lahannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik masyarakat.
- b. Mengalirkan kelebihan air permukaan badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri atau menggenangi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

#### 4. Jenis-jenis Drainase

Menurut Suhardjono (1948) jenis-jenis dari drainase sebagai berikut:

##### a. Drainase alami

Drainase yang dibentuk secara alamiah tanpa adanya bangunan pendukung di dalamnya. Saluran ini terbentuk dari gerusan air dari waktu ke waktu hingga membentuk saluran air permanen seperti sungai. Drainase alami tertera pada (gambar 2.1) sebagai berikut:

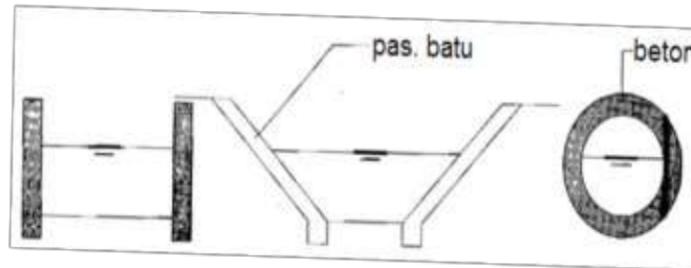


**Gambar 2. 1 Drainase Alami**

*sumber : Suripin 2004*

##### b. Drainase buatan

Drainase dibangun dengan tujuan tertentu. Dibutuhkan pembangunan khusus seperti selokan, gorong-gorong menggunakan beton, pipa maupun batu. Drainase buatan tertera pada (gambar 2.2) sebagai berikut:



**Gambar 2. 2 Drainase Buatan**  
*sumber : Suripin 2004*

c. Drainase permukaan tanah

Saluran air yang berada diatas permukaan tanah untuk mengalirkan aliran curah hujan yang berada diatas permukaan sebuah kawasan. Drainase permukaan tanah tertera pada (gambar 2.3) sebagai berikut:



**Gambar 2. 3 Drainase Permukaan Tanah**  
*sumber : <http://pustaka.pu.id>*

d. Drainase bawah tanah

Seperti namanya, drainase ini dibuat di bawah tanah karena ada alasan tertentu. Alasan yang paling umum adalah alasan artistik.

Drainase dipasang di bawah tanah agar tatanan pembangunan terlihat lebih rapi. Drainase bawah tanah tertera pada (gambar 2.4) sebagai berikut:



**Gambar 2. 4 Drainase Bawah Tanah**  
sumber : <http://dinasupr.bandaacehkota.go.id>

e. *Single purpose*

Saluran ini berfungsi hanya untuk mengalirkan satu jenis air pada saluran pembuangan. Seperti saluran yang hanya membuang aliran air hujan atau hanya membuang aliran air limbah.

f. *Multi purpose*

Digunakan untuk membuang aliran air sekaligus, pembuangannya bisa secara langsung sehingga airnya bercampur menjadi satu atau bergantian. Contohnya saluran air yang digunakan untuk membuang limbah rumah tangga sekaligus air hujan.

g. Terbuka

Drainase ini digunakan untuk menyalurkan air hujan pada wilayah yang luas. Fungsi lainnya adalah sebagai media untuk mengalirkan air yang tidak berbahaya pada kelestarian lingkungan. Drainase terbuka tertera pada (gambar 2.5) sebagai berikut:



**Gambar 2. 5 Drainase Terbuka**  
*sumber : <http://dpu.kulonprogokab.go.id>*

h. Tertutup

Drainase ini dibuat tertutup karena mengalirkan air yang mengandung limbah berbahaya. Jika tidak ditutup akan membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitar. Drainase ini juga difungsikan sebagai saluran dalam kota.



**Gambar 2. 6 Drainase Tertutup**

sumber : <http://gunadarma.ac>.

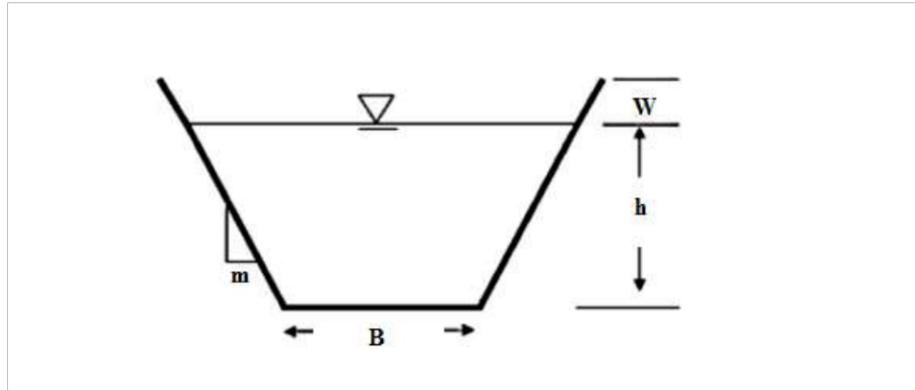
### **C. Perhitungan Drainase**

#### 1. Perhitungan Drainase

Dalam perhitungan drainase yang perlu diperhatikan adalah bentuk drainase itu sendiri (Fakhli, 2018). Drainase memiliki berbagai macam bentuk, namun yang sering digunakan pada drainase perkotaan sebagai berikut:

##### a. Saluran Trapesium

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan *fluktuasi* yang kecil, saluran ini dapat digunakan pada daerah yang cukup masih tersedia lahan. Perhitungan saluran trapesium (gambar 2.7) sebagaimana dijelaskan berikut:



**Gambar 2. 7 Saluran Trapesium**  
*sumber : Fakhli 2018*

Keterangan:

W = Tinggi jagaan

h = Tinggi muka air

B = Lebar dasar saluran

m = Kemiringan dinding

Persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran trapesium:

- 1) Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + mh) h$$

- 2) Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 h (m^2 + 1)^{0,5}$$

- 3) Menghitung jari-jari hidrolis (R)

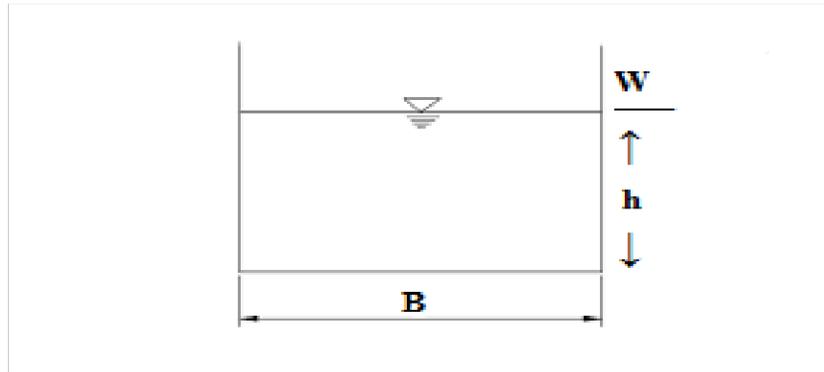
$$R = \frac{A}{P}$$

- 4) Menghitung kecepatan aliran (V)

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

b. Saluran Persegi Panjang

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan *fluktuasi* yang kecil. Perhitungan saluran persegi panjang (gambar 2.8) sebagaimana dijelaskan berikut:



**Gambar 2. 8 Saluran Persegi Panjang**

*sumber : Fakhli 2018*

Keterangan:

W = Tinggi jagaan

h = Tinggi muka air

B = Lebar dasar saluran

Persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran persegi panjang:

1) Menghitung luas penampang saluran (A)

$$A = B \times h$$

- 2) Menghitung keliling basah saluran (P)

$$P = B + 2 \times h$$

- 3) Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

- 4) Menghitung kecepatan aliran (V)

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

- 5) Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \times V$$

## 2. Perhitungan Metode Hidrologi

Untuk menghitung intensitas hujan perlu dilakukannya perhitungan hidrologi yang berguna untuk mengetahui curah hujan rata-rata, berikut beberapa metode perhitungan hidrologi (Suriphin, 2004):

### a. Distribusi *Normal*

Distribusi *Normal* memiliki fungsi kerapatan *probabilitas* yang dirumuskan:

$$X_T = \bar{x} + K_T \times S$$

Dimana:

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

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

S = Standar *deviasi*

$K_T$  = Faktor frekuensi

b. Distribusi *Gumbel*

Metode distribusi *Gumbel* banyak digunakan dalam analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus:

$$X_{Tr} = \bar{x} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{s_n} \times S$$

Dimana:

$X_{Tr}$  = Besar *variable* dengan kala ulang T- tahun

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

S = Standar *deviasi*

K = Faktor frekuensi dari *Gumbel*

$Y_n$  = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel data n

$s_n$  = *Reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel n

$Y_{Tr}$  = *Reduced variate*

c. Distribusi *Log Person III*

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang Distribusi *Log Pearson*

III adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Dimana:

$Log XT$  = Perkiraan nilai yang diharapkan t dengan periode  
ulang T- tahunan

$Log \bar{x}$  = Nilai rata-rata

S = Standar *deviasi*

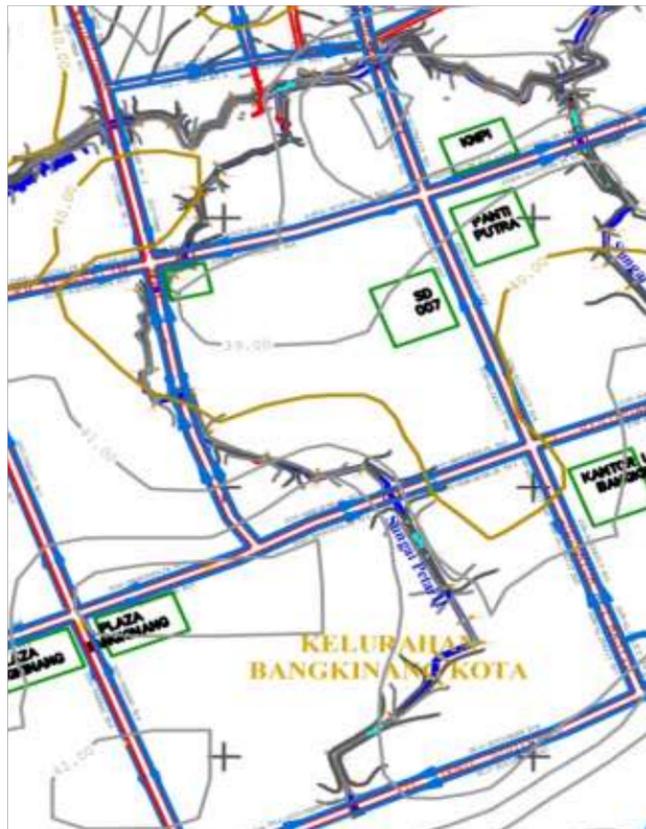
$C_s$  = *Koefisien skewness*

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Bangkinang Kota, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Waktu Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2022 dengan mengumpulkan data–data yang diperlukan.



**Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian**  
*sumber : Dinas PUPR*

## **B. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan langkah awal dalam proses pelaksanaan yang sangat penting, karena dapat ditentukan permasalahan dan rangkaian penentuan alternatif pemecahan masalah yang akan diambil.

Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam tahap pengumpulan data antara lain :

### 1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari survei lapangan yang bertujuan untuk mengetahui data curah hujan yang didapat dari Badan *Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika* (BMKG) dan data fisik eksisting saluran drainase dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Kampar (data panjang saluran, lebar saluran, dan kedalaman saluran pada saluran drainase Kecamatan Bangkinang Kota).

### 2. Data Sekunder

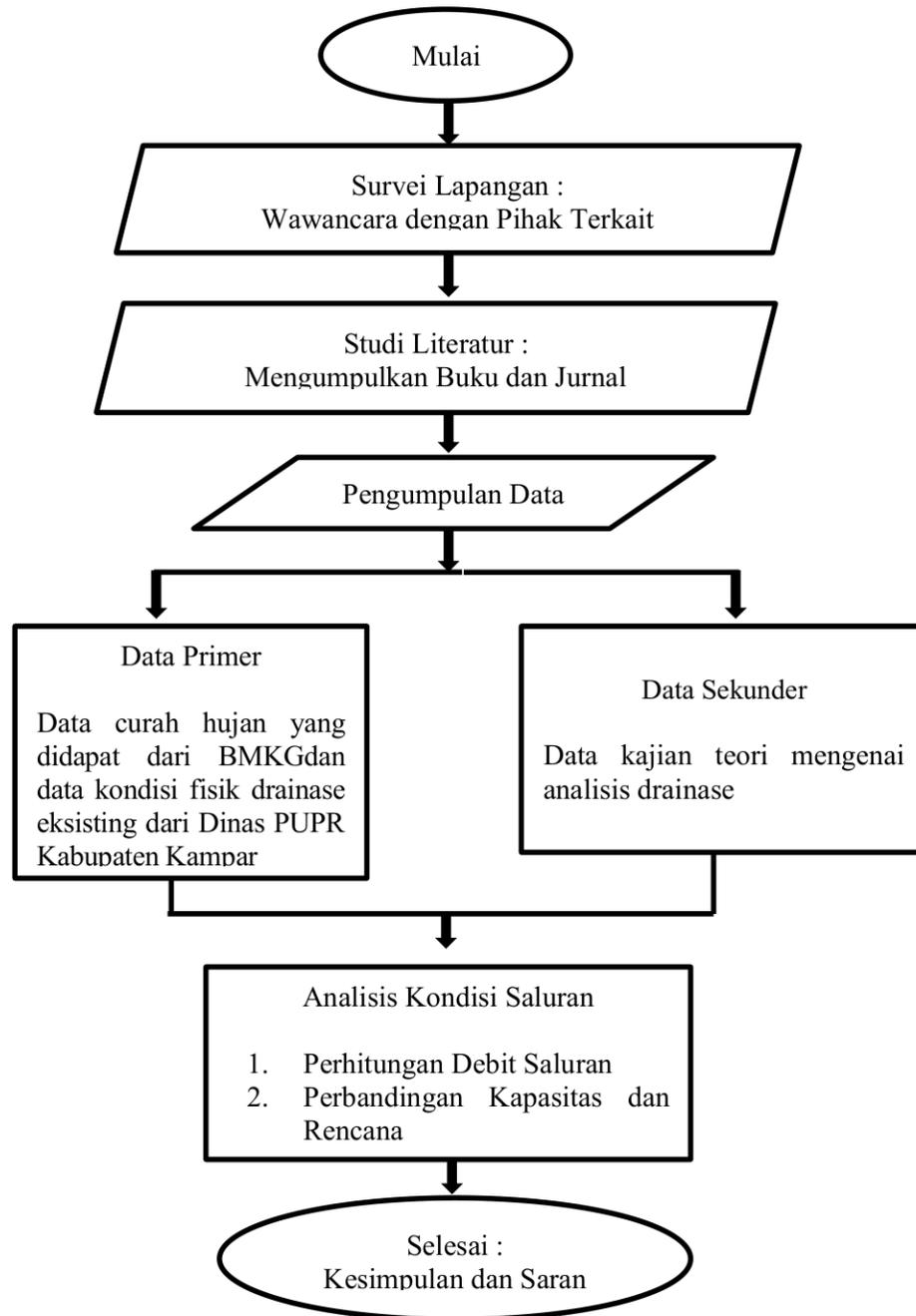
Data sekunder adalah data yang didapatkan dari kajian teori yang sudah ada mengenai analisis drainase.

## **C. Pengolahan Data**

Pada pengolahan data ini menggunakan salah satu metode hidrologi yaitu distribusi *normal* untuk menghitung kapasitas dari drainase tersebut terhadap curah hujan yang ada. Hasil dari distribusi ini dibandingkan kapasitas daya tampung eksisting dari setiap ruas saluran.

#### D. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dalam penelitian ini sebagai berikut:



**E. Jadwal Penelitian**

Jadwal penelitian tertera di tabel sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Uraian Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli
Observasi dan Pembuatan Proposal				
Pengumpulan data primer dan sekunder				
Pelaksanaan Penelitian				
Editing dan Penyelesaian laporan penelitian				

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisa Saluran

Berikut ini merupakan dimensi saluran eksisting yang di dapat pada saat *survey* di lapangan. Dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

**Tabel 4.1 Dimensi Saluran**

Nama Saluran	Penampang	Panjang (m)	Lebar (cm)		Tinggi (cm)	Tinggi Muka Air (cm)
			Atas	Bawah		
Sungai Petai II. 1	Trapesium	206	260	175	150	30
Sungai Petai II. 2	Trapesium	206	165	135	130	16
Sungai Petai II. 3	Trapesium	206	245	190	105	11
Sungai Petai II. 4	Trapesium	206	300	265	90	7
Sungai Petai II. 5	Trapesium	206	190	170	80	25
Total		1.030 m				

Berdasarkan analisa pada tabel 4.1 dilakukannya perhitungan dimensi setiap saluran eksisting.

##### 1. Sungai Petai II.1



**Gambar 4. 1 Sungai Petai II.1**

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi kapasitas

drainase Sungai Pertai II.1 :

- a. Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h) h$$

$$A = (1,75 + 1 \cdot 1,5) 1,5$$

$$A = 4,875 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \cdot h (m^2 + 1)$$

$$P = 1,75 + 2 \cdot 1,5 (1^2 + 1)$$

$$P = 5,992 \text{ m}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{4,875}{5,992} = 0,813 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,021} (0,813)^{\frac{2}{3}} (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,303 \text{ m/det}$$

- e. Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 4,875 \cdot 1,303z$$

$$Q = 6,352 \text{ m}^3/\text{det}$$

- f. Menghitung waktu limpasan ( $T_0$ )

$$L_0 = 14\text{m}$$

$$N_d = 0,1$$

$$S_0 = 0,001$$

$$T_0 = \left( \frac{2}{3} \times 3,2 \times L_0 \times \frac{N_d}{\sqrt{S_0}} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$T_0 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 14 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,001}} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$T_0 = 2,142 \text{ menit}$$

- g. Menghitung waktu di saluran ( $T_d$ )

$$L = 206 \text{ m}$$

$$V = 1,303 \text{ m/det}$$

$$T_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{206}{60 \times 1,303} = 2,634 \text{ menit}$$

- h. Menghitung waktu konsentrasi ( $T_c$ )

$$T_0 = 2,142$$

$$T_d = 2,634$$

$$T_c = T_0 + T_d$$

$$T_c = 4,776$$

- i. Intensitas hujan ( $I$ )

$$I = \frac{a}{T_c + b}$$

$$I = \frac{119,956}{4,776 + 303,49} = 0,389 \text{ mm/jam}$$

j. Menghitung debit limpasan (Q)

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (C_{A \times A_A}) I$$

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (0,75 \times 2,884) 0,389$$

$$Q_L = 2,337 \text{ m}^3/\text{det}$$

2. Sungai Petai II.2



**Gambar 4. 2 Sungai Petai II.2**

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi kapasitas drainase Sungai Petai II.2 :

a. Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h) h$$

$$A = (1,35 + 1 \cdot 1,3) 1,3$$

$$A = 3.445 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \cdot h (m^2+1)$$

$$P = 1,35 + 2 \cdot 1,3 (1^2 + 1)$$

$$P = 4,95 \text{ m}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{3,445}{4,95} = 0,695 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,021} (0,695)^{\frac{2}{3}} (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,209 \text{ m/det}$$

- e. Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 3,445 \cdot 1,209$$

$$Q = 4,165 \text{ m}^3/\text{det}$$

- f. Menghitung waktu di saluran (Td)

$$L = 206 \text{ m}$$

$$V = 1,209 \text{ m/det}$$

$$Td = \frac{L}{60 \times V} = \frac{206}{60 \times 1,209} = 2,839 \text{ menit}$$

g. Menghitung waktu konsentrasi ( $T_c$ )

$$T_o = 2,142$$

$$T_d = 2,839$$

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 4,981$$

h. Intensitas hujan ( $I$ )

$$I = \frac{a}{T_c + b}$$

$$I = \frac{119,956}{4,981 + 303,49} = 0,388 \text{ mm/jam}$$

i. Menghitung debit limpasan ( $Q$ )

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (C_{A \times A_A}) I$$

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (0,75 \times 2,884) 0,388$$

$$Q_L = 2,331 \text{ m}^3/\text{det}$$

### 3. Sungai Petai II.3



**Gambar 4. 3 Sungai Petai II.3**

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi kapasitas drainase Sungai Petai II.3 :

- a. Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (1,90 + 1 \cdot 1,05) \cdot 1,05$$

$$A = 3,097 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \cdot h \cdot (m^2 + 1)$$

$$P = 1,35 + 2 \cdot 1,3 \cdot (1^2 + 1)$$

$$P = 5 \text{ m}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{3,097}{5} = 0,619 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,021} (0,619)^{\frac{2}{3}} (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,128 \text{ m/det}$$

- e. Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 3,097 \cdot 1,128$$

$$Q = 3,494 \text{ m}^3/\text{det}$$

- f. Menghitung waktu di saluran (Td)

$$L = 206 \text{ m}$$

$$V = 1,128 \text{ m/det}$$

$$T_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{206}{60 \times 1,128} = 3,043 \text{ menit}$$

- g. Menghitung waktu konsentrasi (Tc)

$$T_o = 2,142$$

$$T_d = 3,043$$

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 5,185$$

h. Intensitas hujan (I)

$$I = \frac{a}{Tc+b}$$

$$I = \frac{119,956}{5,185+303,49} = 0,388 \text{ mm/jam}$$

i. Menghitung debit limpasan (Q)

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (C_{A \times A_A}) I$$

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (0,75 \times 2,884) 0,388$$

$$Q_L = 2,331 \text{ m}^3/\text{det}$$

4. Sungai Petai II.4



**Gambar 4. 4 Sungai Petai II.4**

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi kapasitas drainase Sungai Pertai II.4 :

- a. Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h) h$$

$$A = (2,65 + 1 \cdot 0,9) 0,9$$

$$A = 3,195 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \cdot h (m^2 + 1)$$

$$P = 2,65 + 2 \cdot 0,9 (1^2 + 1)$$

$$P = 5,45 \text{ m}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{3,195}{5,45} = 0,586 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,021} (0,586)^{\frac{2}{3}} (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,469 \text{ m/det}$$

- e. Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 3,195 \cdot 1,469$$

$$Q = 4,695 \text{ m}^3/\text{det}$$

- f. Menghitung waktu di saluran (Td)

$$L = 206 \text{ m}$$

$$V = 1,469 \text{ m/det}$$

$$T_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{206}{60 \times 1,469} = 2,337 \text{ menit}$$

- g. Menghitung waktu konsentrasi (Tc)

$$T_o = 2,142$$

$$T_d = 2,337$$

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 4,479$$

- h. Intensitas hujan (I)

$$I = \frac{a}{T_c + b}$$

$$I = \frac{119,956}{4,479 + 303,49} = 0,389 \text{ mm/jam}$$

- i. Menghitung debit limpasan (Q)

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (C_{A \times A_A}) I$$

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (0,75 \times 2,884) 0,388$$

$$Q_L = 2,337 \text{ m}^3/\text{det}$$

## 5. Sungai Petai II.5



**Gambar 4. 5 Sungai Petai II.5**

Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi kapasitas drainase Sungai Petai II.5 :

- a. Menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h) h$$

$$A = (1,70 + 1 \cdot 0,8) 0,8$$

$$A = 2 \text{ m}^2$$

- b. Menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \cdot h (m^2 + 1)$$

$$P = 1,70 + 2 \cdot 0,8 (1^2 + 1)$$

$$P = 4,3 \text{ m}$$

- c. Menghitung jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{2}{4,3} = 0,465 \text{ m}$$

- d. Menghitung kecepatan aliran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,021} (0,465)^{\frac{2}{3}} (0,001)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,166 \text{ m/det}$$

- e. Menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 2 \cdot 1,166$$

$$Q = 2,332 \text{ m}^3/\text{det}$$

- f. Menghitung waktu di saluran (Td)

$$L = 206 \text{ m}$$

$$V = 1,166 \text{ m/det}$$

$$T_d = \frac{L}{60 \times V} = \frac{206}{60 \times 1,166} = 2,944 \text{ menit}$$

- g. Menghitung waktu konsentrasi (Tc)

$$T_o = 2,142$$

$$T_d = 2,944$$

$$T_c = T_o + T_d$$

$$T_c = 5,086$$

h. Intensitas hujan (I)

$$I = \frac{a}{Tc+b}$$

$$I = \frac{119,956}{5,086+303,49} = 0,388 \text{ mm/jam}$$

i. Menghitung debit limpasan (Q)

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (C_A \times A_A) I$$

$$Q_L = \frac{1}{3,6 \times 10^6} \times (0,75 \times 2,884) 0,388$$

$$Q_L = 2,331 \text{ m}^3/\text{det}$$

Hasil perhitungan debit puncak yang terjadi pada masing-masing saluran setiap segmen penelitian drainase diperlihatkan pada tabel 4.2 berikut ini:

**Tabel 4.2 Debit Saluran**

Nama Saluran	Debit m <sup>3</sup> /det
Sungai Petai II. 1	2,337
Sungai Petai II. 2	2,331
Sungai Petai II. 3	2,331
Sungai Petai II. 4	2,337
Sungai Petai II. 5	2,331

## B. Analisa Frekuensi

Data curah hujan yang digunakan berupa data curah hujan harian selama 10 tahun (2012-2021) pada Stasiun IV Bangkinang. Dapat dilihat pada table 4.3 berikut:

**Tabel 4. 3 Data Curah hujan**

<b>JUMLAH CURAH HUJAN TAHUNAN (mm)</b>		
<b>No</b>	<b>Tahun</b>	<b>Curah Hujan (mm)</b>
1	2012	231
2	2013	120
3	2014	160
4	2015	552
5	2016	372
6	2017	959
7	2018	931
8	2019	478
9	2020	228
10	2021	979

Hasil perhitungan parameter statistik menggunakan *Microsoft Excel* diperoleh nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) 501,00, standar deviasi (S) 341,86, factor frekuensi ( $K_T$ ) sebesar 1,28. Dengan demikian distribusi yang sesuai dengan data tersebut adalah distribusi *Normal*. Hasil perhitungan hujan rancangan untuk berbagai kala ulang dengan menggunakan distribusi *Normal*, didapat hujan rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah 937,48 m<sup>3</sup>/det. Hujan rancangan tersebut berupa hujan rancangan harian atau tinggi hujan rencana selama 24jam.

### C. Pembahasan

Setelah dilakukannya perhitungan debit dari setiap saluran eksisting maka dibandingkan dengan debit kebutuhan. Diperlihatkan pada tabel 4.4 berikut ini:

**Tabel 4. 4 Perbandingan Debit**

Nama Saluran	Penampang	Q Eksisting m <sup>3</sup> /det	Q Kebutuhan m <sup>3</sup> /det	Keterangan
Sungai Petai II. 1	Trapesium	6,477	2,337	Tertampung
Sungai Petai II. 2	Trapesium	4,165	2,331	Tertampung
Sungai Petai II. 3	Trapesium	3,494	2,331	Tertampung
Sungai Petai II. 4	Trapesium	4,695	2,337	Tertampung
Sungai Petai II. 5	Trapesium	2,332	2,331	Tertampung

Dari hasil dan pembahasan diatas menunjukkan bahwa saluran mampu menampung curah hujan yang ada.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penampang yang ada mampu menampung curah hujan kala ulang 10 tahun.
2. Terjadinya genangan di wilayah Kelurahan Bangkinang Kota diakibatkan oleh faktor lain.

#### **B. Saran**

1. Perlunya dilakukan pemeliharaan pada saluran yang ada secara rutin dan berkelanjutan
2. Masyarakat sekitar harus lebih memperhatikan tentang kebersihan saluran sehingga tidak membuang sampah kesaluran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fakhli. (2018). *Perhitungan Drainase*. Jakarta Pusat: Jurnal Sipil.
- Hardjosuprpto. (1998). *Fungsi Drainase*. Jawa Timur: Institut Teknologi Nasional.
- Hasmar. (2002). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: Samudra Djogja.
- Imamuddin, M. (2019). *Analisis Kapasitas Drainase Jalan Panjang Sampai Dengan Rumah Pompa Kedoya Utara*. Tangerang Selatan: Prosiding Semnastek
- Nurhamidin, A. E. (2015). *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano*. Sulawesi Utara: Jurnal Sipil Statik.
- Porajouw, A. M., Mananoma. (2019). *Analisis Sistem Drainase di Kelurahan Tikala Kumaraka Kota Manado*. Sulawesi Utara: Sipil Statik.
- Rika, S. N., Nursyaifi, Y., & Zuherna, M. (2021). *Analisis Partisipasi Masyarakat Dalam Pemeliharaan Infrastruktur Pada Program Kotaku*. Sulawesi Selatan.
- Suci Wiarni. (2018). *Analisis Tingkat Kekumuhan Kawasan Permukiman Di Kecamatan Kotamobagu Timur*. Sulawesi Utara: Spasial.
- Suhardjono. (1948). *Jenis Drainase*. Jakarta Utara.
- Suriphin. (2004). *System Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Vika Azkiya Dihni. (2021). *Kejadian Bencana Alam Indonesia*. Jakarta Timur: BNPB Pusat.

