

**STUDI DEBIT AIR PERMUKAAN BERDASARKAN DIMENSI  
SALURAN PADA PROYEK DRAINASE KECAMATAN  
BIRINGKANAYA KOTA MAKASSAR**

**TUGAS AKHIR**

**Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat**

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Dari Universitas Fajar**

Oleh :

**YUSRAN NUR SYARIFUDDIN**

**1920121105**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FAJAR MAKASSAR**

**2023**

**STUDI DEBIT AIR PERMUKAAN BERDASARKAN DIMENSI  
SALURAN PADA PROYEK DRAINASE KECAMATAN  
BIRINGKANAYA KOTA MAKASSAR**

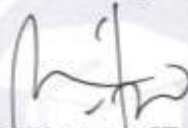
**Yusran Nur Syarifuddin**

**1920121105**

Makassar, 27 November 2023


Menyetujui,  
Tim Pembimbing

Pembimbing 1



**Dr. Ir. Ritnawaty, ST., MT**  
NIDN. 0924037901

Pembimbing 2



**Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN.Eng**  
NIDN. 0901107301

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Fajar



**Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT**  
NIDN. 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Fajar



**Prof. Dr. Ir. Fatmawaty Rachim, ST., MT**  
NIDN. 0919117903

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

**“Studi Debit Air Permukaan Berdasarkan Dimensi Saluran Pada Proyek Drainase Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar”** adalah karya orisinal saya dan setiap serta seluruh sumber acuan telah ditulis sesuai dengan Panduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 27 November 2023



Yusran Nur Syarifuddin  
1920121105

## ABSTRAK

**Studi Debit Air Permukaan Berdasarkan Dimensi Saluran Pada Proyek Drainase Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar, Yusran Nur Syarifuddin.** Sistem drainase memegang peran krusial dalam mengatasi dampak tekanan air hujan, mencegah gangguan, dan melindungi kawasan perkotaan dari banjir. Dalam konteks ini, penelitian ini fokus pada peningkatan sistem drainase untuk mengatasi fenomena banjir dan genangan di Kota Makassar. Tujuannya adalah mengembangkan strategi peningkatan yang memitigasi risiko banjir dan menciptakan kenyamanan bagi warga setempat. Dalam pendekatan kuantitatif dengan data sekunder dari lembaga terkait, penelitian ini menganalisis debit air permukaan dan kecepatan aliran pada saluran drainase. Hasilnya menunjukkan bahwa saluran drainase 1 memiliki debit rencana tertinggi dengan kala ulang 5 tahun sebesar  $Q \text{ Rencana} = 0,44783 \text{ m}^3/\text{det} < Q \text{ Saluran} = 0,81073 \text{ m}^3/\text{det}$ . Begitu pula, saluran drainase 2 memiliki debit rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar  $Q \text{ Rencana} = 0,20124 \text{ m}^3/\text{det} < Q \text{ Saluran} = 0,55953 \text{ m}^3/\text{det}$ . Selain itu, kecepatan aliran pada saluran drainase 1 adalah  $V \text{ Rencana} = 1,2284 \text{ m}/\text{det} < V \text{ Izin} = 1,50 \text{ m}/\text{det}$ . Sementara pada saluran drainase 2, kecepatan aliran adalah  $V \text{ Rencana} = 1,1191 \text{ m}/\text{det} < V \text{ Izin} = 1,50 \text{ m}/\text{det}$ . Dengan demikian, kecepatan aliran dalam kedua saluran drainase tetap berada di bawah batas kecepatan yang diizinkan. Dengan fokus pada solusi yang terukur dan akurat, penelitian ini berkontribusi dalam menghadapi tantangan drainase di lingkungan perkotaan yang dinamis.

**Kata kunci:** Analisis debit air, banjir, drainase, perkotaan.

## **ABSTRACT**

***Study Of Surface Water Discharge Based On Channel Dimensions In The Drainage Project Of Biringkanaya Sub-District, Makassar City, Yusran Nur Syarifuddin.*** Drainage systems play a crucial role in overcoming the effects of rainwater pressure, preventing disturbances, and protecting urban areas from flooding. In this context, this research focuses on improving the drainage system to overcome the phenomenon of flooding and inundation in Makassar City. The goal is to develop improvement strategies that mitigate flood risks and create comfort for local residents. In a quantitative approach with secondary data from related institutions, this study analyzes surface water discharge and flow velocity in drainage channels. The results show that drainage channel 1 has the highest planned discharge with a 5 year return period of  $Q_{Plan} = 0.44783 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{Channel} = 0.81073 \text{ m}^3/\text{s}$ . Likewise, drainage channel 2 has a planned discharge with a return period of 5 years of  $Q_{Plan} = 0.20124 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{Channel} = 0.55953 \text{ m}^3/\text{s}$ . In addition, the flow velocity in drainage channel 1 is  $V_{Plan} = 1.2284 \text{ m/s} < V_{Permit} = 1.50 \text{ m/s}$ . While in drainage channel 2, the flow velocity is  $V_{Plan} = 1.1191 \text{ m/s} < V_{Permit} = 1.50 \text{ m/s}$ . Thus, the flow velocity in both drainage channels remains below the permissible speed limit. With a focus on scalable and accurate solutions, this research contributes to addressing drainage challenges in dynamic urban environments.

***Keywords: Analysis of water debit, flood, drainage, urban.***

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatu, dengan mengucapkan syukur yang mendalam atas karunia kesehatan dan kekuatan yang diberikan oleh Tuhan. Sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul “Studi Debit Air Permukaan Berdasarkan Dimensi Saluran Pada Proyek Drainase Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar” yang menjadi salah satu persyaratan menyelesaikan studi Teknik Sipil Universitas Fajar.

Ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya saya sampaikan kepada semua pihak yang memberikan bimbingan beserta bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Olehnya pada kesempatan ini saya menyampaikan secara khusus terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Fajar, Bapak Mulyadi Hamid, SE.,M.Si.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Prof. Dr. Ir. Erniati, ST.,MT.
3. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar, Ibu Fatmawaty Rachim, S.T.,MT.
4. Ibu Dr. Ir. Ritnawaty, ST., MT. Selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN.Eng Selaku pembimbing II. Terima kasih atas segala bantuan dan bimbingannya atas saran dan motivasi yang diberikan sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Kepada kedua orang tua saya dengan ikhlas mendoakan, memberikan petunjuk, nasehat baik berupa materil atau non materil yang tidak bisa dinilai,
6. Pegawai dan Administrasi prodi sipil atas segala bantuannya yang diberikan sampai terlaksananya Tugas Akhir ini.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil khususnya 2019 yang telah memberikan dukungan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Dengan hal ini kritik dan saran yang tentunya sangat dibutuhkan untuk

membantu membangun dan menyempurnakan Tugas Akhir ini demi bertambahnya ilmu bagi penyusun Tugas Akhir ini tentunya.

Demikianlah sepatah kata dari penulis, wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatu.

Makassar, 1 Oktober 2023

Yusran Nur Syarifuddin

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
II.1 Drainase .....	4
II.1.1 Fungsi Drainase .....	6
II.1.2 Jenis-Jenis Drainase.....	6
II.1.3 Bentuk Penampang Drainase.....	8
II.2 Curah Hujan.....	10
II.3 Analisa Frekuensi .....	10
II.4 Curah Hujan Rencana .....	11
II.5 Intensitas Hujan .....	13
II.6 Debit Rencana.....	14



II.7 Koefisien Pengaliran / Run Off (C) .....	14
II.8 Kecepatan Aliran .....	15
II.9 Penelitian Terdahulu .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	20
III.2 Jenis dan Sumber Data .....	20
III.2.1 Jenis Penelitian .....	20
III.2.2 Sumber Data .....	21
III.3 Metode Pengumpulan Data .....	21
III.4 Olah Data.....	22
III.5 Analisis Data .....	22
III.6 Bagan Alur Penelitian.....	24
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
IV.1 Data Topografi .....	25
IV.2 Skema Jaringan .....	25
IV.3 Peta Catchment Area.....	26
IV.4 Curah Hujan .....	26
IV.5 Analisa Frekuensi.....	28
IV.5.1 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi) .....	28
IV.5.2 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi Logaritma).....	29
IV.6 Curah Hujan Rencana.....	30
IV.6.1 Analisa Jenis Distribusi.....	31
IV.6.2 Perhitungan waktu inlet .....	33
IV.6.3 Perhitungan waktu mengalir dalam drainase .....	33
IV.6.4 Perhitungan waktu konsentrasi .....	33

IV.7 Intensitas Hujan.....	33
IV.8 Debit Rencana .....	34
IV.9 Kecepatan Aliran.....	35
IV.10 Dimensi Saluran .....	36
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>40</b>
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar II. 1 Saluran Bentuk Trapesium .....	8
Gambar II. 2 Saluran Bentuk Segiempat.....	9
Gambar II. 3 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran .....	9
Gambar II. 4 Saluran Bentuk Segitiga .....	9
Gambar III. 1 Peta Lokasi Penelitian .....	20
Gambar III. 2 Bagan Alur Penelitian .....	24
Gambar IV. 1 Skema jaringan saluran drainase (CV. Wiratama cipta perkasa)....	25
Gambar IV. 2 Catchment Area.....	26
Gambar IV. 3 Grafik curah hujan maksimum.....	27
Gambar IV. 4 Grafik curah hujan rencana .....	32
Gambar IV. 5 Grafik debit rencana.....	35
Gambar IV. 6 Penampang saluran drainase 1 .....	36
Gambar IV. 7 Penampang saluran drainase 2 .....	37
Gambar IV. 8 Grafik debit saluran.....	39

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel II. 1 Standar Metode Debit Rencana untuk Saluran Drainase .....	14
Tabel II. 2 Koefisien <i>run off</i> untuk drainase muka tanah.....	15
Tabel II. 3 kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material .....	15
Tabel IV. 1 Curah hujan harian maksimum .....	27
Tabel IV. 2 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi) .....	28
Tabel IV. 3 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi Logaritma) .....	29
Tabel IV. 4 Menentukan jenis distribusi .....	30
Tabel IV. 5 Dispersi logaritma curah hujan rencana.....	31
Tabel IV. 6 Nilai G berdasarkan $C_s = 0,761728$ (Interpolasi) .....	32
Tabel IV. 7 Perhitungan curah hujan rencana .....	32
Tabel IV. 8 Perhitungan waktu konsentrasi .....	33
Tabel IV. 9 Perhitungan intensitas hujan .....	34
Tabel IV. 10 Perhitungan kecepatan aliran .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Sistem drainase merupakan jenis infrastruktur yang memiliki kepentingan yang sebanding dengan jenis infrastruktur lainnya. Sistem drainase memiliki posisi yang signifikan dalam mengatur tekanan air hujan yang berpotensi mencegah terjadinya gangguan atau banjir. Sistem drainase adalah sistem saluran pipa yang digunakan untuk melindungi area administratif kota dari genangan air, baik itu berasal dari hujan di sekitar atau sungai terdekat. Penumpukan sampah dan penimbunan endapan dapat mencegah terjadinya situasi yang tidak diinginkan selama hujan, dan hal ini dapat mengakibatkan banjir yang tidak diinginkan.

Sejalan dengan pertumbuhan populasi, perluasan wilayah, dan peningkatan penggunaan lahan, baik untuk perumahan dan permukiman maupun pembangunan infrastruktur lainnya, menyebabkan berkurangnya area yang bisa menyerap air. Hal ini terjadi karena terjadi perubahan pola penggunaan lahan di mana area yang sebelumnya berfungsi sebagai daerah penyerapan air beralih menjadi area yang tertutup oleh pembangunan seperti bangunan, jalan, dan trotoar. Akibatnya, air hujan terkumpul lebih cepat dan waktu penampungan air hujan menjadi lebih singkat, yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya penumpukan air hujan melebihi kapasitas dan kemampuan saluran drainase yang ada.

Air permukaan adalah komponen penting yang memiliki peran signifikan dalam sistem drainase perkotaan. Proyek drainase merupakan upaya untuk mengelola aliran air permukaan di wilayah perkotaan agar terhindar dari banjir dan kerusakan lingkungan. Dalam perencanaan serta perancangan proyek drainase, salah satu aspek yang penting yakni penentuan debit air permukaan yang hendak mengalir lewat saluran drainase.

Penentuan debit air permukaan yang akurat sangat penting dalam perencanaan dan perancangan proyek drainase. Debit air permukaan yang

sangat rendah bisa mengakibatkan saluran tidak bisa menampung aliran yang dihasilkan, sehingga bisa mengakibatkan banjir. Sebaliknya, debit air permukaan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan saluran meluap dan merusak infrastruktur drainase serta lingkungan sekitar.

Salah satu faktor yang mempengaruhi debit air permukaan adalah dimensi saluran drainase. Dimensi saluran, seperti lebar dan kedalaman, mempengaruhi kemampuan saluran untuk menampung aliran air permukaan. Oleh sebab itu, pentingnya untuk mengetahui hubungan antara dimensi saluran dan debit air permukaan dalam proyek drainase.

Sebelumnya, saat hujan turun, air seringkali tidak dapat tertampung dengan baik, mengakibatkan genangan air dan bahkan banjir di sekitar area tersebut. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan perhitungan debit saluran dalam proyek yang sedang berjalan saat ini. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem drainase yang direncanakan akan mampu menangani curah hujan dengan efisien dan mencegah terjadinya genangan air serta banjir yang merugikan bagi masyarakat setempat.

Dalam penelitian ini, fokus utama pengaruh dimensi saluran terhadap debit air permukaan dalam proyek drainase. Dengan demikian, penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam pengembangan metode perencanaan dan perancangan sistem drainase yang lebih efektif dalam mengelola aliran air permukaan di wilayah perkotaan.

Berdasarkan dari fenomena permasalahan serta konsep penyelesaian yang diberikan peneliti, Buat menangani biar curah hujan yang besar ini tidak mengakibatkan banjir serta genangan khususnya, dan juga buat memberikan rasa nyaman pada warga dekat maka butuh untuk membetulkan sistem drainase. Dengan demikian penulis sangat tertarik mengambil permasalahan ini selaku bahan penelitian judul dari penelitian ini yakni ***“Studi Debit Air Permukaan Berdasarkan Dimensi Saluran Pada Proyek Drainase Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar”***

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah penelitian yang menjadi fokus dalam penelitian ini, yaitu:

1. Berapa besar debit air permukaan berdasarkan dimensi saluran drainase?
2. Berapa besar kecepatan aliran berdasarkan elevasi saluran drainase?

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan konteks dan pernyataan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar debit air permukaan berdasarkan dimensi saluran drainase.
2. Mengetahui kecepatan aliran berdasarkan elevasi saluran drainase.

## **I.4 Batasan Masalah**

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek drainase BTN. Tirasa kecamatan biringkanaya kota makassar.
2. Menghitung debit air permukaan pada saluran drainase BTN. Tirasa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Drainase**

Drainase adalah proses penghilangan air dari suatu area, baik itu berasal dari sekitar area tersebut atau dari lokasi yang lebih jauh. Drainase pengairan merujuk pada berbagai sistem filtrasi air yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kontaminan dalam air sehingga area-area tertentu dilindungi dari genangan air.

Drainase merupakan struktur atau saluran air yang bisa ditemukan di permukaan tanah atau dalam lapisan tanah, yang dapat terbentuk secara alami atau dibuat oleh manusia. Drainase dapat mencakup parit yang terletak di atas tanah dan sistem gorong-gorong yang berada di bawah permukaan tanah. Fungsi utama drainase adalah mengatur aliran air guna mencegah terjadinya banjir. Istilah "drainase" mencakup makna mengarahkan, mengeluarkan, membuang, atau mengalihkan aliran air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian struktur air yang berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kelebihan air dari suatu area atau lahan tertentu, sehingga memungkinkan lahan tersebut dimanfaatkan secara optimal. Drainase juga melibatkan upaya untuk mengelola kualitas air tanah dalam konteks sanitasi. (Suripin, 2004:7)

Dalam pandangan Haryono (1999), Drainase adalah bidang ilmu yang berkaitan dengan manajemen pengeringan tanah. Ungkapan "drainase" berasal dari kata "to drain," yang mengacu pada tindakan mengeringkan atau mengalirkan air, dan digunakan sebagai istilah teknis untuk menjelaskan sistem yang berkaitan dengan mengatasi masalah kelebihan air, baik pada permukaan tanah maupun dalam lapisan tanah. Konsep drainase tidak hanya membatasi diri pada aspek teknis pembuangan air berlebih, tetapi juga mencakup hubungannya dengan berbagai aspek kehidupan perkotaan dalam suatu wilayah. Apapun yang terkait dengan masalah air berlebih di lingkungan perkotaan tentu saja



dapat menghasilkan masalah yang rumit. Mengingat kerumitan ini, perencanaan dan implementasi sistem drainase perkotaan sangat tergantung pada keahlian dari para perencana yang masing-masing ahli dalam bidangnya. Oleh karena itu, selama proses implementasi, kerja sama dengan para ahli dari berbagai bidang terkait menjadi sangat penting. Dengan demikian, dalam merancang dan menjalankan sistem drainase perkotaan, kolaborasi dan konsultasi dengan para ahli dari berbagai bidang diperlukan untuk menghadapi tantangan yang semakin rumit dalam manajemen air dan masalah kelebihan air di lingkungan perkotaan.

Menurut Halim Hasmar (2012;1) Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang berfokus pada upaya mengatur aliran air agar tetap berada dalam batas tertentu sesuai dengan tujuan pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan, atau drainase terapan, adalah cabang ilmu drainase yang difokuskan pada penerapan prinsip-prinsip ini dalam konteks perkotaan. Bidang ini memusatkan analisis pada kawasan perkotaan dan mengakui keterkaitannya dengan aspek sosial dan budaya yang ada dalam wilayah perkotaan.

Drainase perkotaan/terapan adalah sistem pengaturan aliran air yang bertujuan untuk mengendalikan pengeringan dan pengairan air di area perkotaan, yang meliputi:

1. Pemukiman
2. Kawasan industri serta perdagangan
3. Kampus serta sekolah
4. Rumah sakit serta sarana umum
5. Lapangan olahraga
6. Lapangan parkir
7. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
8. Pelabuhan udara

### **II.1.1 Fungsi Drainase**

Drainase di dalam kota memiliki peran penting dalam mengelola kelebihan air permukaan sehingga tidak mengganggu penduduk yang berada di sekitar saluran tersebut. Peran utama drainase dalam kota mencakup :

1. Buat mengalirkan genangan air ataupun banjir ataupun juga air hujan dengan segera dari permukaan jalur.
2. Buat menghindari aliran air yang berasal dari wilayah lain ataupun daerah disekitar jalur yang masuk ke wilayah perkerasan jalur.
3. Buat menghindari kehancuran jalur serta lingkungan yang disebabkan oleh genangan air.

### **II.1.2 Jenis-Jenis Drainase**

Drainase mencakup beragam kategori, masing-masing menawarkan berbagai perspektif untuk dipertimbangkan. Berbagai variasi saluran drainase diuraikan sebagai berikut, seperti yang dijelaskan oleh Hasmar (2012):

#### **1. Klasifikasi Berdasarkan Sejarah Terbentuk**

##### **a) Drainase Alami**

Drainase alami mengacu pada jenis drainase yang terjadi secara organik, tanpa perlu konstruksi buatan manusia seperti saluran pelimpah, instalasi batu/beton, gorong-gorong, dan struktur serupa. Jalur ini berkembang secara bertahap melalui aksi erosi air akibat gaya gravitasi, yang pada akhirnya membentuk rute abadi yang mirip dengan sungai.

##### **b) Drainase Rekayasa atau Buatan (Man-made Drainage)**

Drainase yang direkayasa melibatkan konstruksi yang disengaja untuk memenuhi tujuan tertentu, yang memerlukan penggabungan struktur khusus seperti saluran terbuka yang dilapisi dengan batu/beton, sistem gorong-gorong, pipa, dan konstituen lainnya.

#### **2. Pengkategorian Drainase Menurut Penempatan Bangunan**

Klasifikasi drainase bervariasi sesuai dengan lokasi konstruksi

tertentu. Perbedaan selanjutnya dalam drainase berdasarkan lokasi konstruksi disajikan di bawah ini:

a) Drainase Permukaan

Saluran yang terletak di atas permukaan tanah, berfungsi untuk memandu pergerakan air permukaan, dilambangkan sebagai 'saluran permukaan terbuka' atau lebih sering disebut sebagai 'saluran terbuka'.

b) Drainase Bawah Permukaan

Tujuan saluran ini adalah mengarahkan aliran air permukaan melalui media bawah tanah, biasanya melibatkan penggunaan saluran seperti pipa. Kategori saluran ini biasanya disebut sebagai 'saluran bawah tanah' atau lebih sering dikenal sebagai 'saluran tertutup'.

### 3. Kategorisasi Drainase Berdasarkan Tujuan

Fungsi drainase sangat penting dalam mengarahkan pergerakan air dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Susunan tipe drainase berikutnya, bergantung pada peran yang dimaksudkan, adalah sebagai berikut:

a) Fungsi Tunggal

Saluran yang didedikasikan untuk drainase jenis air limbah tertentu, seperti air hujan saja atau jenis limbah yang berbeda.

b) Multi Fungsi

Saluran yang dirancang untuk menampung drainase dari beberapa kategori air limbah, baik dalam kombinasi atau suksesi. Ini dapat mencakup skenario seperti drainase air limbah rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

### 4. Drainase Berdasarkan Pendekatan Konstruksi

Saat merumuskan sistem drainase, menjadi penting untuk mempertimbangkan sifat konstruksi yang terlibat. Klasifikasi drainase selanjutnya berdasarkan teknik konstruksi diuraikan di bawah ini:

a) Saluran tidak tertutup

Saluran yang dicirikan oleh struktur atasnya yang terbuka, berinteraksi dengan kondisi cuaca eksternal, disebut sebagai 'saluran terbuka'

permukaan', atau umumnya dikenal sebagai 'selokan terbuka.' Saluran seperti itu sangat cocok untuk mengelola air hujan secara efisien di wilayah yang luas atau untuk memfasilitasi aliran air limbah domestik yang tidak berbahaya.

b) Saluran Tertutup

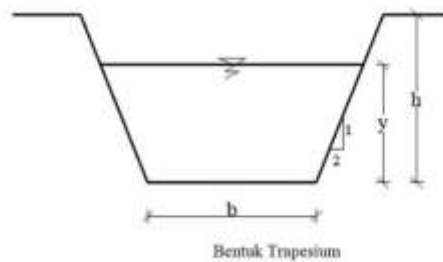
Kanal yang menampilkan struktur atas yang disegel, terputus dari lingkungan eksternal, diidentifikasi sebagai 'saluran tertutup' atau 'saluran interior'. Saluran seperti itu sebagian besar berfungsi untuk mengalirkan air limbah atau terkontaminasi dan umumnya lazim di daerah perkotaan, di mana penahanan dan sanitasi sangat penting.

### II.1.3 Bentuk Penampang Drainase

Bentuk penampang saluran yang sering digunakan dalam perencanaan drainase adalah:

1) Bentuk Saluran Trapesium

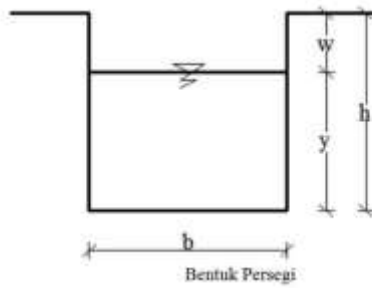
Drenase ini biasanya diterapkan di wilayah yang memiliki ruang tanah yang luas dan harga tanah yang terjangkau. Tipe ini umumnya digunakan untuk saluran dengan dimensi yang lebih besar.



Gambar II. 1 Saluran Bentuk Trapesium

2) Bentuk Saluran Segiempat

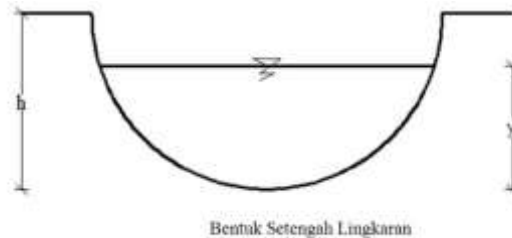
Drenase ini biasanya diterapkan di wilayah dengan keterbatasan lahan dan harga tanah yang tinggi. Tipe ini umumnya digunakan untuk saluran dengan ukuran yang besar hingga sedang.



Gambar II. 2 Saluran Bentuk Segiempat

3) Bentuk Saluran Setengah Lingkaran

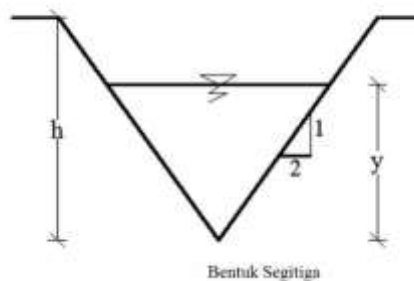
Pada umumnya, tipe ini diterapkan untuk saluran dalam lingkungan permukiman, khususnya sebagai saluran sekunder dan tersier.



Gambar II. 3 Saluran Bentuk Setengah Lingkaran

4) Bentuk Saluran Segitiga

Drenase ini biasanya diterapkan di daerah permukiman sebagai saluran tersier. Kelebihannya adalah mampu menyalurkan air dengan debit kecil. Namun, kelemahannya terletak pada kesulitan dalam pemeliharaan.



Gambar II. 4 Saluran Bentuk Segitiga

## II.2 Curah Hujan

Tiga teknik yang sering digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata di suatu wilayah melibatkan penggunaan pendekatan rata-rata aljabar, teknik poligon Thiessen, dan pendekatan Isohyet, sebagaimana digariskan oleh Suripin (2004).

### 1) Metode Poligon Thiessen

Metode ini juga dikenal dengan sebutan metode rata-rata berbobot (weighted mean). Metode ini mengatribusikan proporsi luas area pengaruh stasiun pengukuran hujan untuk mempertimbangkan variasi jarak yang tidak seragam. (Suripin, 2004).

$$P = P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n / A_1 + A_2 + \dots + A_n = \sum PA / \sum A \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

P = Curah hujan rata – rata daerah

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan

A<sub>1</sub> = Luas areal poligon 1,2,dst....

n = Banyaknya pos penakar hujan.

## II.3 Analisa Frekuensi

Saat menetapkan distribusi frekuensi, prasyarat tertentu mengenai ukuran statistik perlu dipenuhi. Pengukuran ini mencakup koefisien variasi, koefisien asimetri, dan koefisien kurtosis. Dalam konteks analisis frekuensi, prosedur harus dijalankan secara sistematis, mengikuti urutan operasional yang telah ditentukan sebelumnya, karena hasil dari setiap perhitungan saling berhubungan dan berdampak pada perhitungan selanjutnya. Berikut adalah tahapan pelaksanaan analisis frekuensi setelah tahap penyiapan data selesai, sebagaimana dipaparkan oleh Nugroho Hadisusanto (2011).

### 1) Nilai Rata – Rata $X_r$ :

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n}$$

### 2) Standar Deviasi :

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum(x_i - x_r)^2}}{n - 1}$$

Dengan :

Sd = Standar deviasi

$X_i$  = curah hujan rancangan pada periode tertentu

$X_r$  = curah hujan harian maksimum rata-rata

n = jumlah data

3) Koefisien Asimetri ( $C_s$ ) :

$$C_s = \frac{n\sum(X_i - X_r)^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

Dengan :

$C_s$  = koefisien asimetri/skewness ( $C_s$ )

4) Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \frac{n^2\sum(X_i - X_r)^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)Sd^4}$$

Dengan :

$C_k$  = koefisien kurtosis

5) Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{Sd}{X_r}$$

Dengan :

$C_v$  = Koefisien variasi

## II.4 Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dapat dilakukan melalui berbagai teknik distribusi, termasuk metode Normal, Log Normal, Gumbel, atau Log Pearson III. Untuk memastikan jenis distribusi yang sesuai, referensi tabel parameter sangat penting.

1) Analisis Curah Hujan Gumbel

Dalam kasus di mana data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan dalam format sampel (diambil dari populasi yang terbatas), penentuan curah hujan yang diantisipasi berdasarkan distribusi Gumbel

dapat dicapai dengan menggunakan rumus berikut, seperti yang diuraikan oleh I Made Keimana (2011).

$$X_t = X_r + S_x \cdot K \dots\dots\dots(7)$$

$$K = (Y_t - Y_n) / S_n \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

$X_t$  = Besarnya curah hujan rencana buat periode ulang  $t$

$X_r$  = Harga rata- rata dari informasi debit banjir maksimum

$K$  = Faktor frekuensi

$Y_n$  = Redued mean selaku peranan dari banyak informasi( $n$ )

$S_n$  = Redued standard deviasi selaku peranan dari banyaknya informasi( $n$ )

$Y_t$  = Redued Variate

$t$  = Kala ulang

## 2) Analisa Curah Hujan Rencana Log Pearson III

Langkah-langkah perhitungan curah hujan dengan Log Pearson III yaitu sebagai berikut:

a) Nilai Rata – Rata :

$$\overline{\text{Log}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i)}{n}$$

b) Standar Deviasi :

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i - \overline{\text{log } x_i})^2}{n - 1}$$

c) Koefisien Kepencengan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X_i}^3}{(n - 1)(n - 2)s_x^3}$$

d) Curah hujan rencana

$$\text{Log } x = \overline{\text{Log } x} + G \cdot S_x$$

Dimana:

$\text{Log } X$  = Logaritma curah hujan yang di cari

$\text{Log } \overline{X}$  = Logaritma rerata dari curah hujan



Log Xi = Logaritma curah hujan tahun ke i

G = Konstanta Log Pearson tipe III berdasarkan koefisien kepecehan besarnya yang telah di sajikan.

Sx = Simpangan Baku

n = Jumlah Data.

## II.5 Intensitas Hujan

Untuk menentukan dimensi saluran yang sesuai, diperlukan data mengenai intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan menunjukkan jumlah curah hujan yang terjadi dalam jangka waktu tertentu, yang menyebabkan konsentrasi air. Intensitas ini dilambangkan sebagai "I" dan diukur dalam milimeter per jam, seperti yang dijelaskan oleh Loebis (1992).

Durasi mengacu pada rentang waktu terjadinya peristiwa hujan. Contoh curah hujan intensitas tinggi biasanya terjadi dalam durasi singkat, mempengaruhi area yang relatif terbatas. Sebaliknya, curah hujan yang meluas biasanya menunjukkan intensitas yang lebih rendah, namun dapat bertahan untuk waktu yang lama. Penggabungan intensitas curah hujan yang tinggi dan durasi yang lama jarang terjadi, namun, keberadaannya menandakan sejumlah besar air yang turun dari atmosfer, sebagaimana dikemukakan oleh Sudjawadi (1987).

Terdapat beberapa prosedur yang umumnya digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan sebagai berikut:

- Metode Mononobe
- Metode Van Breen
- Metode Haspers serta Der Weduwen

Menurut penjelasan diatas penulis cuma mengambil prosedur mononobe buat digunakan. Persamaan yang digunakan buat menghitung intensitas curah hujan dengan prosedur mononobe sebagai berikut:

$$I = R_{24} / 24 \times [ 24/tc ]^{2/3}$$

.....(9)

Dimana :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

t : Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R24 : Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang

**Keterangan :**

R24, dapat diartikan sebagai curah hujan dalam 24 jam (mm/hari)

**II.6 Debit Rencana**

Menghitung besarnya debit rencana drainase perkotaan biasanya memakai prosedur rasional. Prosedur ini sangat sederhana serta gampang penggunaannya, tetapi penggunaannya terbatas, buat wilayah aliran dengan dimensi kecil ialah kurang dari 300 ha.( Suripin 2004).

Tabel II. 1 Standar Metode Debit Rencana untuk Saluran Drainase

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (Tahun)	Metode perhitungan Debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 – 25	Hidrograf Satuan

Sumber : Suripin, 2004.

$$Q = 1/36 C I A \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

Q = Debit rencana dengan kala ulang T tahun (m<sup>3</sup>/detik),

C = Koefisien pengaliran,

I = Intensitas hujan (mm/jam),

A = Luas daerah aliran (Ha).

**II.7 Koefisien Pengaliran / Run Off (C)**

Koefisien aliran permukaan adalah rasio antara tinggi puncak aliran permukaan dan kekuatan hujan. Faktor ini menjadi variabel krusial dalam menghitung debit banjir yang dihasilkan. (Suripin 2004).

Tabel II. 2 Koefisien *run off* untuk drainase muka tanah

Tipe Area	Koefisien <i>run off</i>
1	2
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri Ringan	0,50 – 0,80
Industri Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan Aspal dan Beton	0,70 – 0,95
Perkerasan Batu Bata dan Paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman Tanah Berpasir 2% - 7%.	0,05 – 0,20
Halaman, Tanah Berat 2% - 7%. Halaman	0,13 – 0,35
Kereta Api	0,10 – 0,35
Taman Tempat Bermain	0,20 – 0,35
Taman, Pekuburan	0,10 – 0,25
Hutan 0 %– 30%	0,10 – 0,60

Sumber : (Suripin 2004).

## II.8 Kecepatan Aliran

Perhitungan kecepatan aliran dalam saluran drainase yang telah direncanakan berdasarkan pada nilai maksimal yang diperbolehkan. Tergantung pada rancangan dan karakteristik konstruksi drainase yang diinginkan, pemilihan bahan untuk drainase umumnya ditetapkan oleh besar nilai kecepatan aliran yang diharapkan untuk mengalir melalui saluran tersebut.

Tabel II. 3 kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material

Jenis bahan	Kecepatan aliran (V) air yang diizinkan (m/det)
Pasir halus	0,45
Lempeng kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempeng kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Betong bertulang	1,50

Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 03 – 3424 – 1994

## II.9 Penelitian Terdahulu

Usman dan Rahman (2016) dalam penelitian yang berjudul “Perencanaan saluran drainase jalan lingkaran tengah (Middle Ring Road) Makassar”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk menghitung debit limpasan guna merencanakan dimensi saluran drainase yang mampu menampung debit aliran maksimum. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa debit limpasan tertinggi pada saluran drainase Tello adalah 0,4170 m<sup>3</sup>/dtk, sementara debit terendah pada saluran drainase Borong adalah 0,1303 m<sup>3</sup>/dtk. Berdasarkan hasil penelitian, dimensi ekonomis untuk saluran drainase Tello adalah: lebar (b) = 1 m, tinggi air (h) = 1,04 m, dan tinggi jagaan (w) = 0,26 m. Untuk saluran drainase Borong, dimensi ekonomisnya adalah: lebar (b) = 0,6 m, tinggi air (h) = 0,5 m, dan tinggi jagaan (w) = 0,14 m.

Muhammad Ridwan (2022) dalam penelitian yang berjudul “Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Luas yang dihitung menunjukkan debit rencana sebesar 1.3 m<sup>3</sup>/det, dengan kecepatan aliran 1.50 m/det. Luas penampang basah adalah 0.74

m<sup>2</sup>, sedangkan tinggi drainase adalah 1.085 m dan tinggi drainase basah adalah 0.7 m<sup>2</sup>. Tinggi jagaan mencapai 0.375 m, dan lebar drainase adalah 0.71 m.

Widi Tejakusuma (2018) dalam penelitian yang berjudul “Analisis dan Perencanaan Sistem Drainase di Lingkungan Universitas Lampung”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Berdasarkan hasil analisis, titik banjir terjadi pada ruas DN15 dengan panjang 9.5 m. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan perubahan penampang drainase pada titik DN63 dengan panjang 56 m, titik DN64 dengan panjang 45 m, dan titik DN65 dengan panjang 67 m. Modifikasi ini diperlukan karena kondisi drainase yang masih alami dan kapasitas saluran yang tidak mencukupi untuk menampung air limpasan langsung.

Setiawan Wibowo (2018) dalam penelitian yang berjudul “Kajian Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Analisis distribusi curah hujan dilakukan dengan metode Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Berdasarkan uji chi kuadrat dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05 dan uji dispersi, data curah hujan yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson III dan Normal, dengan nilai curah hujan ( $X_{tr}$ ) masing-masing sebesar 605,622 mm dan 594,873 mm. Intensitas hujan yang dihitung adalah 136,265 mm/jam. Dengan mempertimbangkan luasan tangkapan dari drainase jalan raya, debit banjir ( $Q_r$ ) dihitung menggunakan metode rasional dengan periode ulang 10 tahun, menghasilkan nilai 0,297 m<sup>3</sup>/det. Kapasitas tampung ( $Q_s$ ) saluran dihitung dan diperoleh sebesar 0,128 m<sup>3</sup>/det. Oleh karena itu,  $Q_r > Q_s$ , yang menunjukkan bahwa saluran harus direncanakan ulang. Perencanaan ulang saluran drainase menjadi alternatif dalam mengatasi masalah banjir pada saluran drainase di jalan tersebut. Perencanaan ulang mempertimbangkan penampang melintang dan lahan yang tersedia. Setelah membandingkan bentuk saluran persegi, trapesium, dan setengah lingkaran, bentuk optimal adalah saluran persegi dengan dimensi 0,40 x 0,60 menggunakan bahan beton. Dari perhitungan, kapasitas tampung saluran ditentukan sebesar 0,339 m<sup>3</sup>/det.

Nadya Al Husna Purba (2021) dalam penelitian yang berjudul

“Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen Untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan Terhadap Penampang Saluran Drainase”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana menggunakan metode distribusi yang telah dipilih, yaitu Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisis debit banjir rencana, untuk periode ulang 2 tahun, dengan menggunakan metode Mononobe, diperoleh  $QR_{\text{Rasional}} = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ , sedangkan  $QE_{\text{Eksisting}} = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$ . Sementara itu, untuk metode Van Breen,  $QR_{\text{Rasional}} = 0,14575 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $QE_{\text{Eksisting}} = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$  di sisi kanan. Perbandingan antara  $QR_{\text{Rasional}}$  dan  $QE_{\text{Eksisting}}$  menunjukkan bahwa bentuk penampang saluran drainase di JL. R.A. Kartini, Kecamatan Lubuk Pakam, lebih sesuai dengan metode Mononobe daripada metode Van Breen. Berdasarkan bentuk penampang drainase, bentuk trapesium lebih mampu menampung debit curah hujan dibandingkan dengan bentuk persegi. Untuk bentuk trapesium,  $QR_{\text{Rasional}} = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $QE_{\text{Eksisting}} = 0,7213 \text{ m}^3/\text{det}$ , sementara untuk bentuk persegi,  $QR_{\text{Rasional}} = 0,00486 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $QE_{\text{Eksisting}} = 0,3550 \text{ m}^3/\text{det}$ . Hasil evaluasi menunjukkan bahwa saluran drainase di JL. R.A. Kartini, Kecamatan Lubuk Pakam, mampu menangani debit banjir rencana  $Q_2$ ,  $Q_5$ , dan  $Q_{10}$  dengan menggunakan metode Mononobe.

Eti Putri Kurnilasari (2021) dalam penelitian yang berjudul “Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan di Kelurahan Gerung Utara”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran yang ada di Jalan Gatot Subroto, Kelurahan Gerung Utara, Kecamatan Gerung, Kabupaten Lombok Barat, masih cukup untuk menampung debit air limpasan dan dapat dianggap masih dalam kondisi layak. Ini terlihat dari fakta bahwa nilai debit eksisting lebih besar daripada debit rencana, yaitu debit eksisting ( $Q_{\text{Eksisting}}$ ) di titik-titik ( $P_1-P_2 = 0,199$ ,  $P_2-P_3 = 0,211$ ,  $P_3-P_4 = 0,197$ ,  $P_4-P_5 = 0,307$ ,  $P_5-P_6 = 0,115$ ,  $P_6-P_7 = 0,246$ ,  $P_7-P_8 = 0,148$ ,  $P_8-P_9 = 0,197$ ,  $P_9-P_{10} = 0,201$ ), sementara debit rencana ( $Q_{\text{Rencana}}$ ) adalah  $0,0591 \text{ m}^3/\text{det}$ . Banjir dan genangan yang terjadi disebabkan oleh adanya penumpukan endapan pada saluran tersebut, oleh

karena itu, diperlukan perawatan yang baik pada saluran drainase agar terhindar dari endapan dan tidak menghambat aliran air.

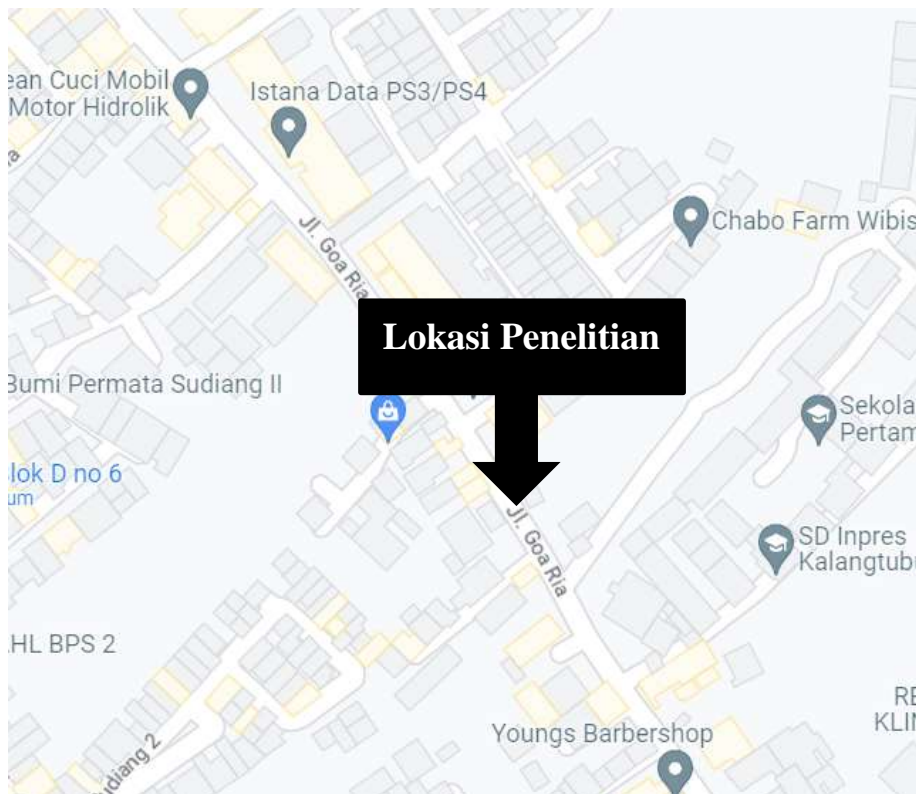
Muhamad Wildan (2019) dalam penelitian yang berjudul “Perhitungan Dimensi Saluran Drainase Perumahan Hillside Colony Bogor”. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Pengolahan data dalam studi ini melibatkan perhitungan manual berdasarkan metode rasional untuk menghitung debit hujan, serta rumus Manning untuk menghitung debit saluran. Dari debit saluran, akan diperoleh dimensi saluran. Hasil perhitungan menghasilkan tiga jenis dimensi saluran: untuk saluran tersier, digunakan dimensi  $b=0,3$  m dan  $h=0,3$  m; untuk saluran sekunder, digunakan dimensi  $b=0,4$  m dan  $h=0,4$  m; dan untuk saluran primer, digunakan dimensi  $b=0,5$  m dan  $h=0,5$  m.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.**

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar Waktu pelaksanaan akan dilaksanakan selama 2 bulan, mulai dari bulan Juni 2023. Peta lokasi akan diperoleh dari google maps.



Gambar III. 1 Peta Lokasi Penelitian

#### **III.2 Jenis dan Sumber Data**

##### **III.2.1 Jenis Penelitian**

Dalam studi ini, peneliti memilih pendekatan analisis kuantitatif karena menggunakan data sekunder berupa angka, yang mampu memberikan pengukuran yang akurat. Pendekatan kuantitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk memahami suatu isu atau pertanyaan dengan mengandalkan data berbentuk numerik (Sugyono,



2013). Selain itu, informasi yang akan digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari lembaga terkait.

### **III.2.2 Sumber Data**

Informasi yang diperlukan dalam penelitian ini melibatkan kumpulan data di bidang hidrologi dan data fisik. Kedua jenis data ini relevan dengan tujuan penelitian dan akan digunakan dalam proses analisis. Data-data ini mewakili sumber informasi yang dikumpulkan untuk menjadi dasar kesimpulan dalam penelitian. Meskipun pada dasarnya keduanya adalah sumber data, metode perolehannya berbeda. Oleh karena itu, metode pengumpulan data harus disesuaikan dengan jenis penelitian yang sedang dilakukan, baik itu melibatkan data hidrologi atau data fisik terkait drainase. Informasi curah hujan, sebagai contoh, diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.

### **III.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan metode yang dipilih oleh peneliti untuk menghimpun informasi. Proses pengumpulan data digunakan untuk memperoleh data lapangan, dan beberapa metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Lapangan (survei)

Teknik ini memiliki tujuan untuk menggambarkan serta menghimpun data terkait dengan keadaan fisik obyek penelitian, khususnya dalam hal kondisi fisik saluran drainase.

2. Kajian Literatur

Metode ini melibatkan telaah terhadap literatur-literatur yang relevan dengan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian.

Pada penelitian ini, digunakan kombinasi metode pengumpulan data primer dan data sekunder.

### **III.4 Olah Data**

1. Dalam mengestimasi curah hujan rata-rata, terdapat tiga pendekatan umum yang sering digunakan, yakni menggunakan metode rata-rata Aljabar, metode Polygon Thissen, dan metode Isohyet. Dalam penelitian ini, penulis memilih metode perhitungan Polygon Thissen.
2. Saat melakukan perhitungan frekuensi curah hujan, terdapat prasyarat tertentu yang harus dipenuhi berkaitan dengan parameter-parameter statistik. Parameter-parameter tersebut termasuk koefisien variasi, koefisien asimetri (skewness), dan koefisien kurtosis. Parameter-parameter statistik ini digunakan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai untuk perhitungan curah hujan rencana.
3. Dalam menghitung curah hujan rencana, berbagai metode distribusi dapat diterapkan, seperti metode Normal, Log Normal, Gumbel, atau Log Pearson tipe III. Pemilihan jenis metode distribusi ini bergantung pada kesesuaian nilai parameter statistik yang ada.
4. Untuk menghitung intensitas hujan, metode Mononobe digunakan untuk mengestimasi besaran intensitas curah hujan.
5. Perhitungan debit rencana dilakukan dengan memanfaatkan metode Rasional, yang membantu dalam menghitung debit air yang direncanakan.
6. Dalam perhitungan kecepatan aliran, kecepatan aliran air dalam sistem drainase yang direncanakan ditetapkan berdasarkan batas maksimum yang diizinkan.

### **III.5 Analisis Data**

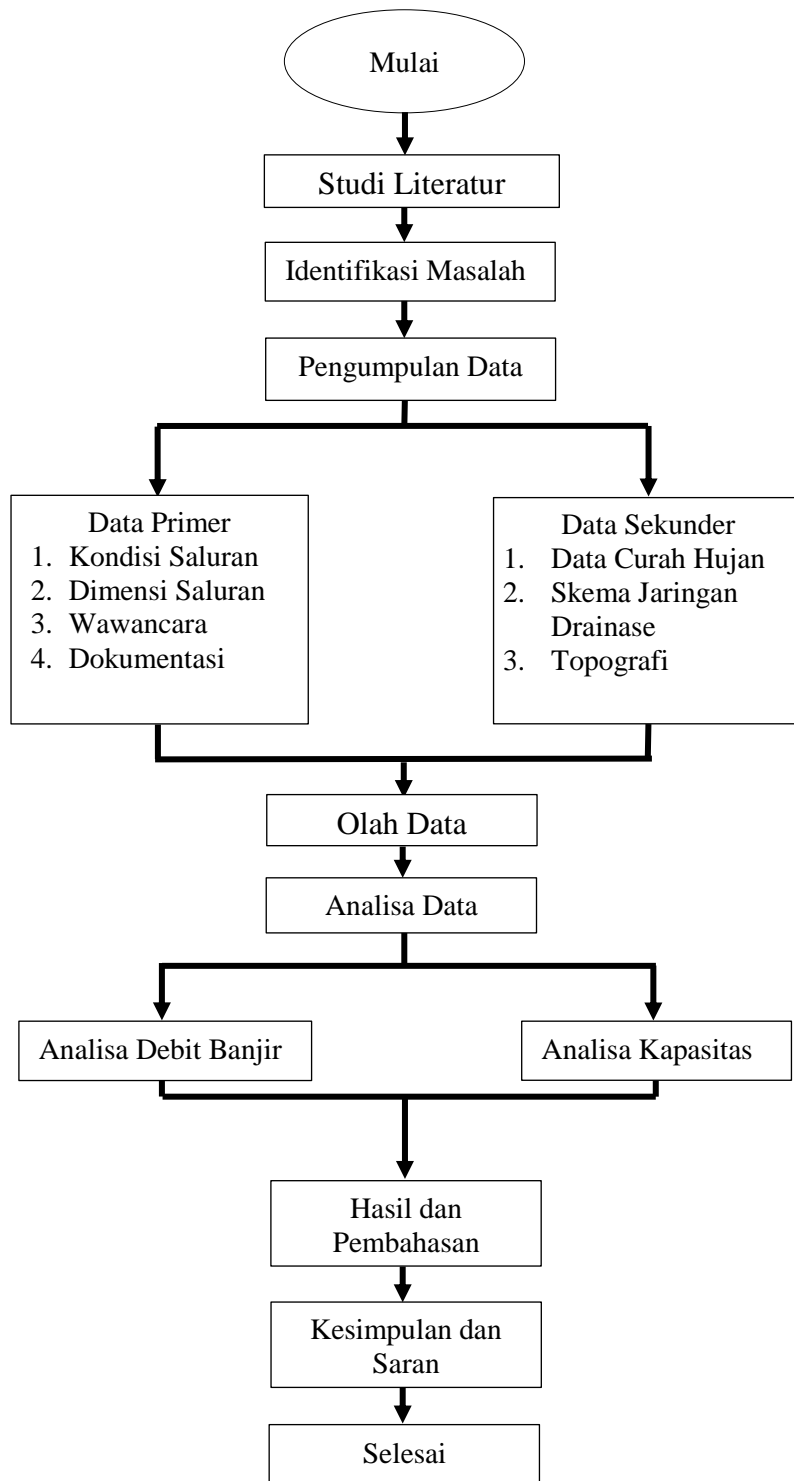
Tujuan utama dari penulisan ini adalah untuk menemukan metode-metode yang sesuai untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan. Dalam penelitian ini, data yang telah diambil telah dianalisis menggunakan dua pendekatan berikut:

1. Teknik Analisis Kualitatif: Pendekatan ini melibatkan deskripsi hasil penelitian berdasarkan pengamatan dan temuan yang ditemukan di

lokasi penelitian.

2. Teknik Analisis Kuantitatif: Metode ini melibatkan deskripsi hasil penelitian dengan menggunakan model-model matematika seperti rumus-rumus atau persamaan yang relevan untuk memecahkan masalah yang ada.

### III.6 Bagan Alur Penelitian



Gambar III. 2 Bagan Alur Penelitian

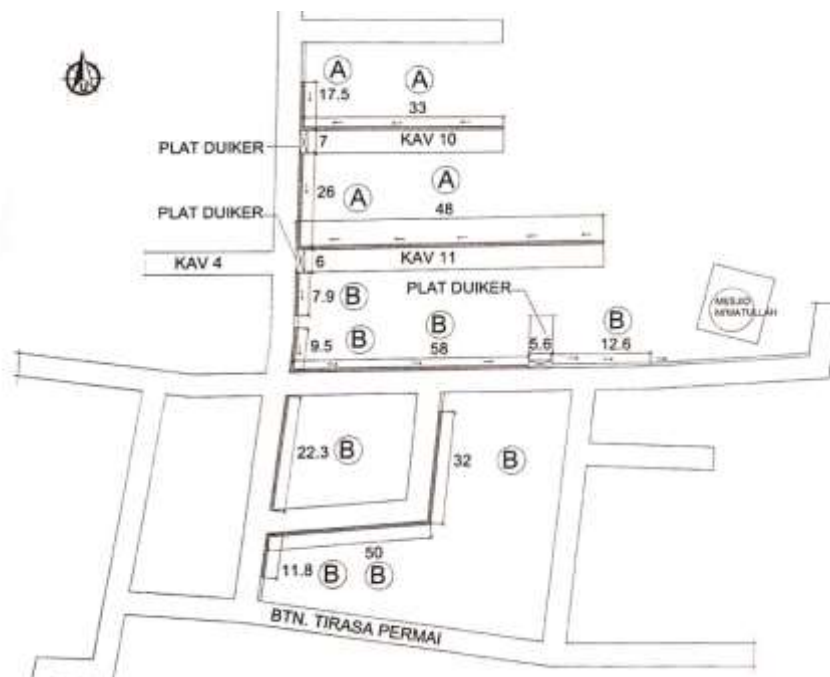
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### IV.1 Data Topografi

Topografi wilayah Kota Makassar memiliki karakteristik sebagai berikut: tanah yang cenderung datar, dengan variasi lereng yang bergelombang hingga berbukit, serta letaknya berkisar antara 0 hingga 25 meter di atas permukaan laut. Tingkat kemiringan lereng berkisar dari 0 hingga 15%. Dalam konteks klasifikasi kemiringan, proporsi lereng adalah sebagai berikut: lereng dengan kemiringan 0-2% mencapai 85%, kemiringan 2-3% sekitar 10%, dan kemiringan 3-15% sekitar 5%. Hal ini mengindikasikan bahwa Kota Makassar memiliki potensi yang baik untuk pengembangan permukiman, perdagangan, layanan jasa, industri, pariwisata, pelabuhan laut, serta fasilitas penunjang lainnya.

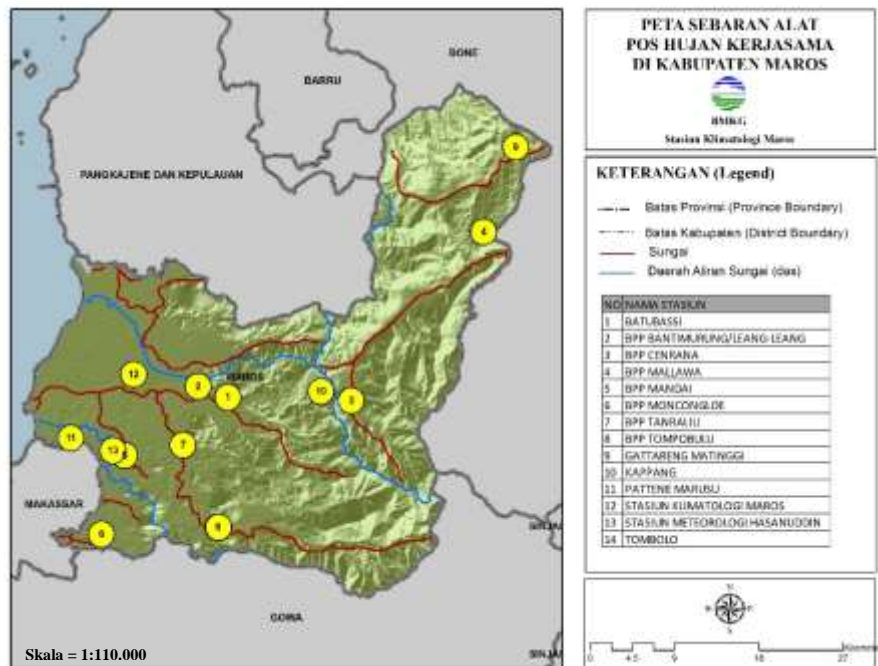
### IV.2 Skema Jaringan

Skema jaringan saluran drainase. Gambar tersebut bisa di lihat sebagai berikut.



Gambar IV. 1 Skema jaringan saluran drainase (CV. Wiratama cipta perkasa)

### IV.3 Peta Catchment Area



Gambar IV. 2 Catchment Area

#### Badan meteorologi dan klimatologi geofisika (BMKG)

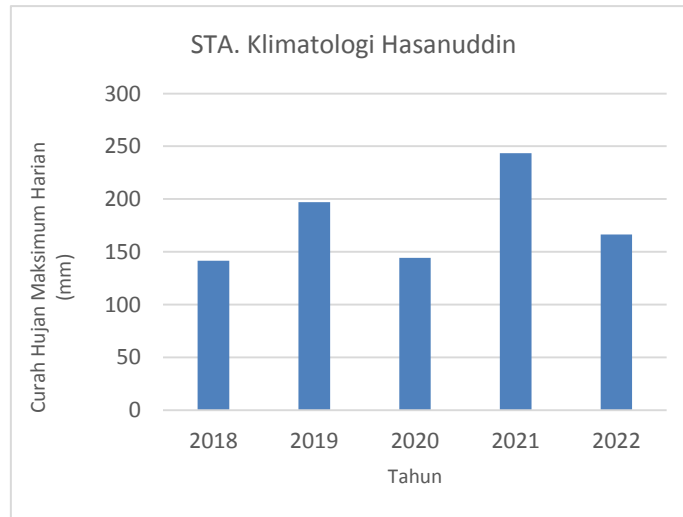
Pada gambar di atas, nomor 13 mengidentifikasi Stasiun Meteorologi Hasanuddin, yang berfungsi sebagai pusat penting untuk mengamati dan memantau kondisi cuaca serta iklim di daerah tersebut. Stasiun Meteorologi ini adalah sumber utama informasi meteorologi yang digunakan oleh masyarakat, lembaga pemerintah, dan berbagai sektor lainnya untuk mengambil keputusan yang berhubungan dengan cuaca dan iklim.

Selain itu, pada gambar tersebut terlihat garis merah yang mengindikasikan aliran sungai yang melintasi wilayah tersebut. Di dalam wilayah aliran sungai ini, ditandai dengan warna biru, terdapat Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memainkan peran kunci dalam ekosistem daerah tersebut. DAS adalah bagian penting dari siklus air alami dan memiliki dampak besar pada lingkungan sekitarnya.

### IV.4 Curah Hujan

Sebagian pokok dalam sistem drainase, yang berkaitan dengan penyaluran air hujan, adalah evaluasi hidrologi yang melibatkan penerangan tentang hujan.

Grafik di bawah ini memperlihatkan tingkat curah hujan selama periode lima tahun terakhir (2018-2022), yang terekam di stasiun observasi, yaitu Stasiun Meteorologi Hasanuddin.



Gambar IV. 3 Grafik curah hujan maksimum

Dari data table curah hujan maksimum harian diatas diperoleh curah hujan maksimum harian sebagai berikut :

Tabel IV. 1 Curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2018	142
2	2019	197
3	2020	144
4	2021	243
5	2022	166

Sumber : Badan meteorologi dan klimatologi geofisika (BMKG)

Terkait dengan data yang telah disajikan, dapat kita perhatikan bahwa tahun 2021 mencatatkan curah hujan maksimum tertinggi sepanjang periode yang diamati, yakni mencapai 243 mm. Sebaliknya, tahun 2018 mencatatkan curah hujan maksimum terendah, hanya sekitar 142 mm. Hal ini menunjukkan fluktuasi yang signifikan dalam pola curah hujan selama beberapa tahun terakhir.

#### IV.5 Analisa Frekuensi

Sebelum melakukan perhitungan curah hujan rencana, langkah awal adalah melakukan analisis frekuensi curah hujan guna menentukan distribusi yang tepat. Beberapa parameter statistik yang diperhatikan meliputi: koefisien asimetri (skewness), koefisien variasi, dan koefisien kurtosis. Berikut ini merupakan perhitungan parameter statistik tersebut.

##### IV.5.1 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

Tabel IV. 2 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

n	Tahun	Xi	Xr	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) <sup>2</sup>	(Xi-Xr) <sup>3</sup>	(Xi-Xr) <sup>4</sup>
1	2021	243	178	65	4202	272350	17653715
2	2022	166	178	-12	148	-1807	22008
3	2018	142	178	-37	1360	-50162	1849966
4	2020	144	178	-34	1175	-40283	1380903
5	2019	197	178	19	343	6352	117642
∑		892			7228	186450	21024235

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Dari data tabel diatas, kita dapat menganalisis dispersi data melalui analisa frekuensi. Nilai rata-rata data yang diberikan adalah sekitar 178. Selanjutnya, jumlah dari kuadrat selisih antara setiap nilai individu (Xi) dengan nilai rata-rata (Xr) adalah sekitar 7228. Hal ini menunjukkan sejauh mana data-data individu tersebar dari nilai rata-rata.

- 1) Nilai rata-rata ( Xr ) :

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{892}{5} = 178,4 \text{ mm}$$

- 2) Standar deviasi ( Sd ) :

$$S_d = \frac{\sqrt{\sum (x_i - x_r)^2}}{n - 1} = \frac{\sqrt{7228}}{5 - 1} = 21$$

- 3) Koefisien asimetri/skewness ( Cs ) :

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X_r)^3}{(n - 1)(n - 2)S_d^3} = \frac{5 \cdot 186450}{4 \cdot 3 \cdot 21^3} = 8,388$$



4) Koefisien kurtosis ( Ck ) :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X_i - X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} = \frac{5^2 \cdot 21024235}{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 21^4} = 112,60$$

5) Koefisien variasi ( Cv ) :

$$Cv = \frac{Sd}{X_r} = \frac{21}{178,4} = 0,117$$

#### IV.5.2 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi Logaritma)

Tabel IV. 3 Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi Logaritma)

n	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xr	(Log Xi- Log Xr)	(Log Xi- Log Xr) <sup>2</sup>	(Log Xi- Log Xr) <sup>3</sup>	(Log Xi-Log Xr) <sup>4</sup>
1	2021	243	2,38614	2,242	0,14	0,02069	0,00298	0,00042803
2	2022	166	2,22089	2,242	-0,02	0,00046	-0,00001	0,00000021
3	2018	142	2,15106	2,242	-0,09	0,00833	-0,00076	0,00006931
4	2020	144	2,15897	2,242	-0,08	0,00695	-0,00058	0,00004824
5	2019	197	2,29447	2,242	0,05	0,00272	0,00014	0,00000740
Σ		892	11,21153			0,03914	0,00177	0,00055319

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Dari data tabel diatas, kita dapat melakukan analisis dispersi data dengan menggunakan logaritma melalui analisis frekuensi. Nilai rata-rata data logaritma adalah sekitar 2,242. Selanjutnya, kita dapat menghitung jumlah dari kuadrat selisih antara setiap nilai individu dalam bentuk logaritma (Xi) dengan nilai rata-rata logaritma (Xr). Hasil perhitungan ini adalah sekitar 0,03914.

1) Nilai rata-rata (Log Xr) :

$$Log X_r = \frac{\sum Log X_i}{n} = \frac{11,21153}{5} = 2,24231$$

2) Nilai standar deviasi (Sd) :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,03914}{5-1}} = 0,098917$$

3) Nilai koefisien skewness (Cs) :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} = \frac{5 \cdot 0,00177}{(5-1)(5-2)0,09891787} = 0,761727$$

4) Nilai koefisien kurtosis (Ck) :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} = \frac{5^2 \cdot 0,00055319}{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0,098917^4} = 6,01893$$

5) Nilai koefisien variasi (Cv) :

$$C_v = \frac{S_d}{\text{Log } X_r} = \frac{0,098917}{2,24231} = 0,0441$$

Tabel IV. 4 Menentukan jenis distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = 0,761$	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v$ atau $C_s/C_v = 3$	$C_s = 0,761$	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	$C_s = 0,761$	Tidak Memenuhi
Log Person III	Tidak termasuk diatas atau $C_s < 0$	$C_s = 0,761$	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Berdasarkan data yang tertera dalam tabel di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa distribusi log-Person III dengan nilai Cs sebesar 0,761 adalah jenis distribusi yang memenuhi syarat untuk perhitungan curah hujan rencana dalam rentang kala ulang 2 hingga 200 tahun.

#### IV.6 Curah Hujan Rencana

Pada curah hujan rencana digunakan metode Log Person III, Karena pada perhitungan analisis frekuensi diatas didapatkan nilai yang memenuhi standar Log Person III.

#### IV.6.1 Analisa Jenis Distribusi

➤ Metode Log Person III

1) Menghitung nilai rata-rata ( $\text{Log } X$ ) :

$$\text{Log } X = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{11,21153}{5} = 2,24230582$$

2) Menghitung nilai standar deviasi logaritma :

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0391390}{5 - 1}} = 0,09891787$$

3) Menghitung koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3}{(n - 1)(n - 2) S \text{ Log } X^3} = \frac{5 \cdot 0,0017694}{4 \cdot 3 \cdot 0,09891787^3} = 0,76172793$$

4) Curah hujan rencana :

$$\text{Log } X_{\text{TR}} = \overline{\text{Log}} X_i + G \cdot S \log X_i$$

Tabel IV. 5 Dispersi logaritma curah hujan rencana

No	$X_i$	Log $X_i$	Log $X_i$ -Log rata rata <sup>2</sup>	Log $X_i$ -Log rata rata <sup>3</sup>
1	243	2,38614	0,0206889	0,0029758
2	197	2,29447	0,0027207	0,0001419
3	166	2,22089	0,0004585	-0,0000098
4	144	2,15897	0,0069456	-0,0005789
5	142	2,15106	0,0083252	-0,0007596
<b>Jumlah Log</b>	892	11,21153	0,0391390	0,0017694
<b>Log Rata-Rata</b>		2,24230582		
<b>S log X</b>		0,098917872		
<b>Cs</b>		0,761727931		

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Dari data tabel diatas di dapat nilai dari pengukuran dispersi logaritma curah hujan rencana dengan nilai rata-rata logaritma sebesar 2,2423, nilai standar deviasi yaitu 0,0989 dan nilai koefisien kemencengan ialah sebesar 0,7617.

Tabel IV. 6 Nilai G berdasarkan  $C_s = 0,761728$  (Interpolasi)

$C_s$	2	5	10	25	50	100	200
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,761728	-0,126	0,784	1,335	1,983	2,435	2,865	3,278
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312

Sumber : Hasil perhitungan 2023

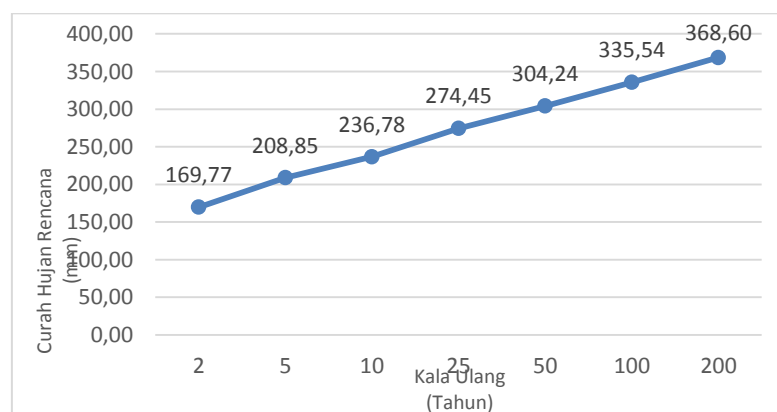
Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien G (dalam rumus interpolasi linear) dihitung berdasarkan nilai  $C_s$  sebesar 0,761728. Metode interpolasi linear digunakan untuk mengestimasi nilai G pada berbagai kala ulang, mulai dari 2 tahun hingga 200 tahun.

Tabel IV. 7 Perhitungan curah hujan rencana

Kala Ulang	G	Curah Hujan Rencana (mm)
2	-0,126	169,77
5	0,784	208,85
10	1,335	236,78
25	1,983	274,45
50	2,435	304,24
100	2,865	335,54
200	3,278	368,60

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Berdasarkan data yang tertera pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa tingkat curah hujan yang direncanakan untuk periode dengan kala ulang antara 2 hingga 200 tahun. Dalam jangka waktu tersebut data menunjukkan bahwa tingkat curah hujan cenderung meningkat seiring dengan berjalannya waktu, dengan puncak curah hujan yang lebih tinggi terjadi pada kala ulang yang lebih lama.



Gambar IV. 4 Grafik curah hujan rencana

#### IV.6.2 Perhitungan waktu inlet

$$T_1 = \left[ \left( \frac{2}{3} \right) \cdot (3,28) \cdot L_0 \cdot \left( \frac{nd}{\sqrt{s}} \right) \right]^{0,167}$$

$$T_1 = \left[ \left( \frac{2}{3} \right) \cdot (3,28) \cdot 2,5 \cdot \left( \frac{0,013}{\sqrt{0,003}} \right) \right]^{0,167}$$

$$T_1 = 1,0444 \text{ Menit}$$

#### IV.6.3 Perhitungan waktu mengalir dalam drainase

$$T_2 = \frac{L}{v \cdot 60}$$

$$T_2 = \frac{267}{1,5 \cdot 60}$$

$$T_2 = 2,9666 \text{ Menit}$$

#### IV.6.4 Perhitungan waktu konsentrasi

$$T_c = T_1 + T_2$$

$$T_c = 1,0444 + 2,9666$$

$$T_c = 4,0111 \text{ Menit}$$

Tabel IV. 8 Perhitungan waktu konsentrasi

Area	Bagian	Lebar (Lo) (m)	Panjang Saluran (m)	Luas Daerah Aliran (Km2)	Total Luas Daerah Aliran (Km2)	Koefisien				T1 (Menit)	T2 (Menit)	Tc (Menit)	Debit Limpasan
						nd	s	v	C				
1	1/2 Badan Jalan	2,5	267	0,0006675	0,0086775	0,013	0,003	1,5	0,7	1,0445	2,9667	4,0111	0,03445
2	Area rumah	30	267	0,00801		0,013	0,003	1,5	0,7	1,5817	2,9667	4,5483	0,41338
3	1/2 Badan Jalan	2,5	76	0,00019	0,00247	0,013	0,003	1,5	0,7	1,0445	0,8444	1,8889	0,01548
4	Area rumah	30	76	0,00228		0,013	0,003	1,5	0,7	1,5817	0,8444	2,4261	0,18576

Sumber : Hasil perhitungan 2023

#### IV.7 Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan digunakan metode Mononobe sebagai berikut.

$$I = \frac{R}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{208,85}{24} \left( \frac{24}{8,5594} \right)^{2/3}$$

$$= 265,200 \text{ mm/Jam}$$

Tabel IV. 9 Perhitungan intensitas hujan

Tc total	Hujan Rencana R5 (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
8,559441	208,85	265,200187
4,314996	208,85	418,681522

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Berdasarkan yang tertera dalam tabel di atas, bahwa nilai intensitas hujan yang dihitung adalah sebesar 270,821 mm/jam pada saluran 1, dan 436,760 mm/jam pada saluran 2. Kedua intensitas hujan ini dihitung dengan menggunakan hujan rencana yang memiliki periode ulang 5 tahun.

#### IV.8 Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana digunakan metode Rasional dibawah ini.

1) Perhitungan pada saluran 1

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \cdot 0,70 \cdot 270,821 \cdot 0,0033375$$

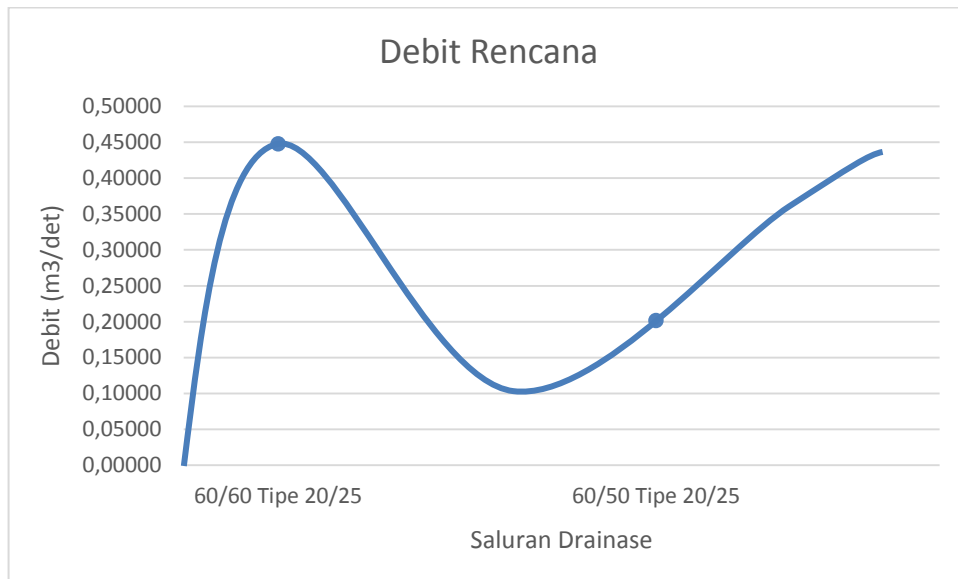
$$Q = 0,44783 \text{ m}^3/\text{det}$$

2) Perhitungan pada saluran 2

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \cdot 0,70 \cdot 436,760 \cdot 0,00095$$

$$Q = 0,20124 \text{ m}^3/\text{det}$$



Gambar IV. 5 Grafik debit rencana

#### IV.9 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$v = \frac{1}{0,020} \times 0,3004^{2/3} \times 0,003^{1/2}$$

$$v = 1,2284 \text{ m/det}$$

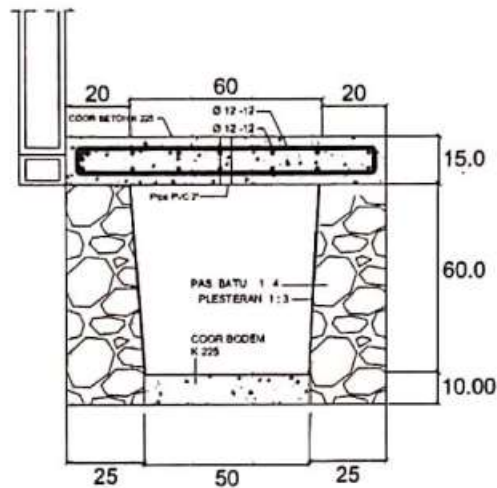
Tabel IV. 10 Perhitungan kecepatan aliran

Area	Panjang Saluran (m)	Debit (m <sup>3</sup> /det)	Dimensi Saluran						V ren (m/det)	
			b (m)	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	s		n
Saluran 1	267	0,44783	0,5	0,6	0,66	2,197	0,3004	0,003	0,020	1,2284
Saluran 2	76	0,20124	0,5	0,5	0,5	1,914	0,2612	0,003	0,020	1,1191

Sumber : Hasil perhitungan 2023

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat menarik kesimpulan bahwa nilai V (kecepatan aliran) rencana pada saluran 1 adalah sebesar 1,2284 meter per detik. Selanjutnya, melalui perhitungan yang sama, nilai V (kecepatan aliran) rencana pada saluran 2 diperoleh, yakni sebesar 1,1191 meter per detik. Data ini merujuk pada informasi yang ada dalam tabel di atas.

#### IV.10 Dimensi Saluran



Gambar IV. 6 Penampang saluran drainase 1

Diketahui data :

Lebar dasar saluran (b) : 0,50

Tinggi saluran (h) : 0,60

Kemiringan dasar saluran (S) : 0,3%

Kemiringan talud/tebing saluran V:H : 1:1

Koefisien manning (n) : 0,020

Untuk menghitung debit yang bisa ditampung pada saluran drainase 1 sebagai berikut.

- a) Menghitung luas penampang

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

$$A = (0,50 + 1 \times 0,60) \times 0,60$$

$$A = 0,66 \text{ m}^2$$

- b) Menghitung luas keliling

$$P = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}$$

$$P = 0,50 + 2 \times 0,60 \sqrt{1 + 1^2}$$

$$P = 2,197 \text{ m}$$

- c) Menghitung jari-jari hidrolis

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



$$R = \frac{0,66}{2,197}$$

$$R = 0,3004 \text{ m}$$

d) Menghitung kecepatan aliran dengan persamaan Manning

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

$$V = \frac{1}{0,020} 0,3004^{2/3} 0,3\%^{1/2}$$

$$V = 1,2283 \text{ m/det}$$

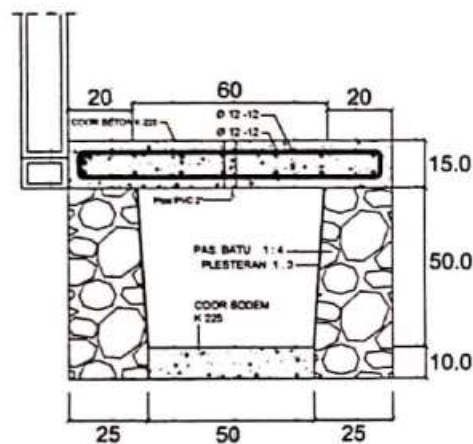
e) Menghitung debit saluran

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,2283 \times 0,66$$

$$Q = 0,81073 \text{ m}^3/\text{det}$$

Maka disimpulkan debit saluran 1 adalah  $Q = 0,81073 \text{ m}^3/\text{det}$  Sedangkan debit rencana adalah  $Q = 0,44783 \text{ m}^3/\text{det}$ .



Gambar IV. 7 Penampang saluran drainase 2

Diketahui data :

Lebar dasar saluran (b) : 0,50

Tinggi saluran (h) : 0,50

Kemiringan dasar saluran (S) : 0,3%

Kemiringan talud/tebing saluran V:H : 1:1

Koefisien manning (n) : 0,020

a) Menghitung luas penampang

$$A = (b + 1 \cdot y) y$$

$$A = (0,50 + 1 \times 0,50) \times 0,50$$

$$A = 0,50 \text{ m}^2$$

b) Menghitung luas keliling

$$P = b + 2 \cdot y \sqrt{(1 + m^2)}$$

$$P = 0,50 + 2 \times 0,50 \sqrt{(1 + 1^2)}$$

$$P = 1,914 \text{ m}$$

c) Menghitung jari-jari hidrolis

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

$$R = \frac{0,50}{1,914}$$

$$R = 0,2612 \text{ m}$$

d) Menghitung kecepatan aliran dengan persamaan Manning

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

$$V = \frac{1}{0,020} 0,2612^{2/3} 0,3\%^{1/2}$$

$$V = 1,1190 \text{ m/det}$$

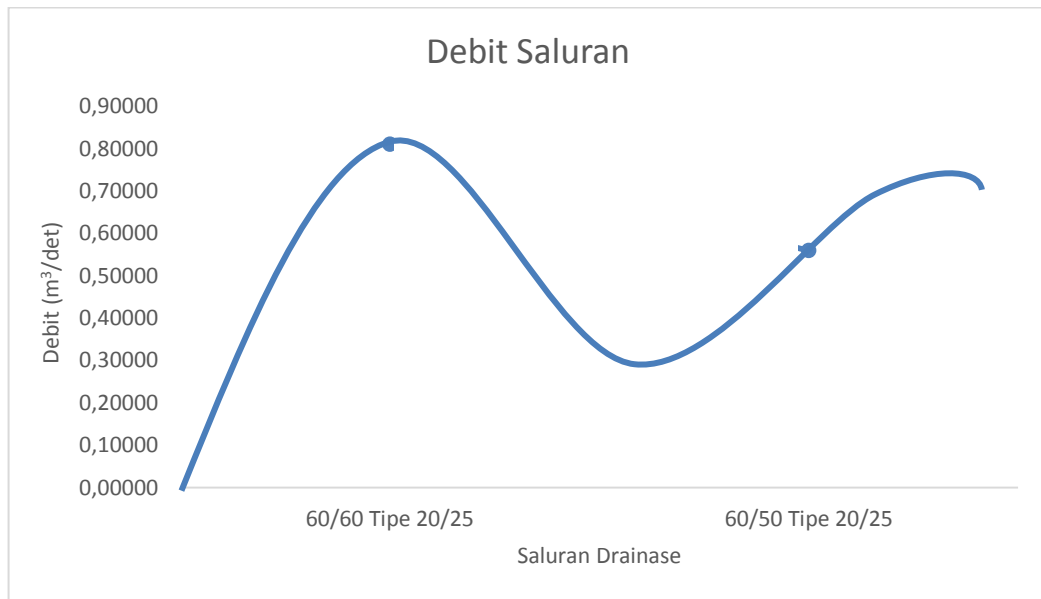
e) Menghitung debit saluran

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,1190 \times 0,50$$

$$Q = 0,55953 \text{ m}^3/\text{det}$$

Maka disimpulkan debit saluran 2 adalah  $Q = 0,55953 \text{ m}^3/\text{det}$  Sedangkan debit rencana adalah  $Q = 0,20124 \text{ m}^3/\text{det}$ .



Gambar IV. 8 Grafik debit saluran

Gambar IV. 8 menampilkan grafik debit saluran yang memberikan gambaran visual mengenai jumlah air yang mengalir melalui saluran pada suatu periode waktu tertentu. Debit air diukur dalam unit yang mungkin seperti liter per detik (L/s) atau meter kubik per detik ( $m^3/s$ ), tergantung pada skala pengukuran.

Variasi debit selama periode waktu tertentu, yang dapat diasosiasikan dengan faktor-faktor seperti curah hujan, musim, atau aktivitas manusia. Puncak dan lembah pada grafik dapat mencerminkan perubahan-perubahan dalam aliran air yang dapat memiliki dampak signifikan pada lingkungan dan keberlanjutan sumber daya air.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **IV.11 Kesimpulan**

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Saluran drainase 1 memiliki debit rencana tertinggi dengan kala ulang 5 tahun sebesar  $Q \text{ Rencana} = 0,44783 \text{ m}^3/\text{det} < Q \text{ Saluran} = 0,81073 \text{ m}^3/\text{det}$ ; Saluran drainase 2 memiliki debit rencana dengan kala ulang 5 tahun sebesar  $Q \text{ Rencana} = 0,20124 \text{ m}^3/\text{det} < Q \text{ Saluran} = 0,55953 \text{ m}^3/\text{det}$ .
2. Kecepatan aliran saluran drainase 1 yaitu  $V \text{ Rencana} = 1,2284 \text{ m/det} < V \text{ Izin} = 1,50 \text{ m/det}$ ; Kecepatan aliran saluran drainase 2 yaitu  $V \text{ Rencana} = 1,1191 \text{ m/det} < V \text{ Izin} = 1,50 \text{ m/det}$ . Maka, Kecepatan aliran tidak melebihi kecepatan aliran yang diizinkan.

#### **IV.12 Saran**

Berdasarkan rangkuman di atas, penulis memberikan rekomendasi sebagai berikut:

1. Perlu adanya pembersihan secara rutin yang dilakukan oleh masyarakat atau petugas terkait supaya tidak terjadi hambatan sampah maupun sedimen yang membuat aliran air jadi tidak maksimal.
2. Ruang terbuka hijau yang berada di lingkungan BTN tirasa berfungsi sebagai penyerapan air harus dijaga dan dilestarikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Haryono, S. 1999. Drainase Perkotaan PT.Mediatama Saptakarya.Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI Offset Yogyakarta.
- Hasmar, Halim, 2012, "*Drainase Perkotaan*", UII Press, Yogyakarta
- Loebis,J., 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sudjarwadi, 1987, *Teknik Sumber Daya Air*, UGM-Press, Yogyakarta.
- Kaimana, I Made, 2011, "*Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Hadisusanto, Nugroho. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang : Jogja Media Utama.
- Usman., Rahman. 2016. *Perencanaan saluran drainase jalan lingkaran tengah (Middle Ring Road) Makassar*. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Ridwan, Muhammad. 2022. *Analisis Sistem Saluran Drainase Untuk Menanggulangi Banjir di Area Perumahan Grand Azizi Kota Padang Panjang*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Tejakusuma, Widi. 2018. *Analisis dan Perencanaan Sistem Drainase di Lingkungan Universitas Lampung*. Universitas Lampung.
- Wibowo, Setiawan. 2018. *Kajian Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Prof. Dr. Hamka Kelurahan Gaga Kecamatan Larangan Kota Tangerang*. Universitas Negeri Jakarta.
- Purba, N. A. H., Lukman, A., & Sarifah, J. (2021). Perbandingan Metode Mononobe dan Metode Van Breen Untuk Pengukuran Intensitas Curah Hujan Terhadap Penampang Saluran Drainase. *Buletin Utama Teknik*, 16(2), 119-125.
- ETI PUTRI, K. U. R. N. I. L. A. S. A. R. I. *EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE PERKOTAAN DI KELURAHAN GERUNG UTARA*. Universitas

Muhammadiyah Mataram, 2021.

Wildan, Muhamad, Vinayaka Gheanada Afifah, and Denny Yatmadi.  
"PERHITUNGAN DIMENSI SALURAN DRAINASE PERUMAHAN  
HILLSIDE COLONY BOGOR". *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*.  
Vol. 1. No. 1. 2019.

# **LAMPIRAN**

## Lampiran A

Tabel. Koefisien Kemencengan Nilai (G)

Koefisien Kemencengan, g	Periode Ulang (Tahun)						Koefisien Kemencengan, g	Periode Ulang (Tahun)					
	2	10	25	50	100	200		2	10	25	50	100	200
	Probabilitas							Probabilitas					
	50%	10%	4%	2%	1%	0,5%		50%	10%	4%	2%	1%	0,5%
3,0	-	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	-0,1	0,017	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
	0,396												
2,5	-	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	-0,2	0,033	1,253	1,680	1,945	2,178	2,388
	0,360												
2,0	-	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	-0,3	0,050	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
	0,307												
1,8	-	1,318	2,193	2,193	3,499	4,147	-0,4	0,066	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
	0,282												
1,6	-	1,329	2,163	2,163	3,388	3,990	-0,5	0,083	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
	0,254												
1,4	-	1,337	2,128	2,128	3,271	3,828	-0,6	0,099	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
	0,225												
1,2	-	1,340	2,087	2,087	3,149	3,661	-0,7	0,116	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
	0,195												
1,0	-	1,340	2,043	2,430	3,022	3,489	-0,8	0,132	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
	0,164												
0,9	-	1,339	2,018	2,018	2,957	3,401	-0,9	0,148	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
	0,148												
0,8	-	1,336	1,993	1,993	2,891	3,312	-1,0	0,164	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
	0,132												
0,7	-	1,333	1,967	1,967	2,824	3,223	-1,2	0,195	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
	0,116												
0,6	-	1,328	1,939	1,939	2,755	3,132	-1,4	0,225	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
	0,099												
0,5	-	1,323	1,910	1,910	2,686	3,041	-1,6	0,254	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
	0,083												
0,4	-	1,317	1,880	1,880	2,615	2,949	-1,8	0,282	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
	0,066												
0,3	-	1,309	1,849	1,849	2,544	2,856	-2,0	0,307	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
	0,050												
0,2	-	1,301	1,818	1,818	2,472	2,763	-2,5	0,360	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
	0,033												
0,1	-	1,292	1,785	1,785	2,400	2,670	-3,0	0,396	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667
	0,017												
0,0	0,000	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576							

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, 2010.



Tabel. Koefisien Kekasaran Dinding (n) *Manning*

Tipe saluran	N
Lapisan beton	0,017 – 0,029
Pasangan batukali diplester	0,020 – 0,025
Saluran dari alam	0,025 – 0,045

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya, 2010.

Tabel. Angka Kekasaran *Manning* (n)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
<b>SALURAN BUATAN</b>					
1.	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2.	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3.	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4.	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5.	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6.	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7.	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
<b>SALURAN ALAM</b>					
8.	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9.	Seperti no 8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10.	Melengkung, bersih, berlubang dan berinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11.	Seperti no.10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12.	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13.	Seperti no.11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14.	Airan pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15.	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
<b>SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI</b>					
16.	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17.	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18.	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19.	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20.	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21.	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

Sumber : Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pekerjaan Umum, 2006.

Tabel. Curah Hujan Harian Stasiun Meteorologi Hasanuddin

Tahun 2018

Tanggal Pencatatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	0	0,2	0,2	1,2	0	0	0	0	0		9,4	12,2
2	0	35,7	4	19	0			0	0	0		35,4
3		15,4		20,6	0	0	27		0	0	0	0
4	0	9	0	22,4	9	6,3	13		0	0		7,8
5		0,6	0		0	0	0	0		3	48,1	
6	0	39,2	0,4	34,4	0	19	2,2	0	0	0	1	55
7	3,2	45,8	9	2,2	0	0	0	0	0	0	14,7	0
8	99,3	68	31,5	0	2	0		0	0	0	78,6	2,2
9	2,8	4,8	51,1	0	0	0	0	0	0	0	26,5	6,2
10	1,6	11,3	33,6	0	0	0	0	0	0	0	5,4	0,7
11	15,2	62,5	16,7	0		0	0		0	0	0	12
12	134	51,9	56,2	11	0		0	0		0	0	15,5
13	85,4	13,4	0	18,7		0,5	0	0	0	0	0	1
14	11,6	46,1	94	0	5,5		0	0	0	0	0	5
15	43,2	55,9	5,8	0	14,4	0	0	0	0	1	0	5,5
16	28,6	87,1	36,5	15,3	11		0	0	0	31	0	70,1
17	120	26,4	10,2	10,6	0	0	0	0	0	2	14,6	34
18	30,4	0	5,8	23,9	0,8	0		0	0	0	38,3	16,2
19	3,4		5		0	1,3	0	0		7,9		12,2
20	50,9	0	0	18,5	5,3	24	0	0	0		1,9	18,5
21	39,4	0	12,1	11,9		8,3	6,5		0	0	25,6	35,4
22	33,8	0	77,7	2,6	1	34	13	0	0	1	0,7	84,4
23	2,6	6,6	58,8	10	0				0	20	12,8	142
24	2,5	3,2	0	0	12	0	0	0	0	0,8	1	52
25	0	9,9		0		6,3	0	0	0	0	2	2,2
26	1,8		20,4	0	9,3	6,3	0		0	0	39,4	3,5
27	2,4	6,8	1,6	0		6,9	0	0	0	0	0,5	20
28	6,6	0	14,6	0	2,3	4,6	0	0	0		0	117
29	0		37,8	0	0	4,4	0	0	0	82		49,5
30	4		1,4	0	0	1,5	0	1	0	0		22,5
31			12,4		0		0	1		0		6,2

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tahun 2019

Tanggal Pencatatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	14,5	5,3	1,1	9,5	0	0	0	0	0	0		0
2	31,3	15,6	33				1,5	0	0	0	1	0
3	33,6	9,6	5,8	9,6	13,4	0,1			0	0		23,4
4	23	13,7	1,9	0	0		2	0	0	0	0	21,1
5		14,8	0		0,1		0	0	0	0	5,4	0
6	3,3	37,1	2,6	16	0,3	0		0	0	0	49	0
7	0		12,5	29	0	0	0	0	0	0		
8		1,6	47,9	0	0	6,8	0	0	0	0	0	
9		30,6		0	0	22	0	0	0	0		3,6
10	16,2	26,9		0	0			0	0	0	5	0
11	1				0	0,4	0	0	0	0		13
12	0,4	4,6		0	0	0	0	0	0	0		0
13	22,2	10,3	34,3		0		0	0	0	0	0,2	22,1
14	20,2		31,2	6,6	0	0,2	0	0	0	0	0	3,2
15	21	0	29,2	9,1		2,1	0	0	0	0	0	4,4
16	52,1	40,2	0,1	0	0	0	0	0	0	0	19,4	39,7
17	110	55,7	15	0,1	0	0	0	0	0	0	0	19,3
18	63,9	0	6,2	0	0	0	0	0	0	0	0	4,1
19	0,9	0	0	0	0	0	3,3	0	0	0	0	0
20	52,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0		5,8
21	7,6	0	4		0	0	0	0	0	0	0	1,2
22	197	0	0	52,2	0	0	0	0	0	0	0	15,2
23	78,2	7,9	0	2,5	2,8	0	0	0	0	0	0	14,2
24	34,7	5,7	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	13,3	0		0,2	0	0	0	0		0	0	1,5
26	18,3		0		0	0	0	0	0	0	3	16,5
27	1	0	0	13	0	0	0	0	0	18	1,3	10,8
28	23,1	1,4			0	0	0	0	0	0	0	
29	0,9		2,1	68,2		0	0	0	0	0	0	17,3
30	39,5			16	0	0	0	0	0		0	
31	7,7		0		0		0	0		0		0

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tahun 2020

Tanggal Pencatatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	18,5	71,3	3,5	2,5		21		0	0,1		42,6	48,7
2	38	2,4		11,2	0	0	0	0	11	0	0	38,2
3	43,8		10,2	0		1,2	0	0	11	0		51,7
4	36,6	0,6	116	12	0	0		8,8	0	0	5,2	67,5
5	10,2	7	27,7		0	0,4			0	0	0	5,7
6	40,1	25,5	52,1		0	0	4,3	0	0	19	0,4	59,5
7	31,9	13,3	12	8,4		0,9	0	0	0	6,3	1,5	17,7
8	45	106	9,3	12,6	15,3		1,5	0	2,1	0	1,1	8,5
9	2	1,8	12,8	5,3	3,9	0	0	0	0	8	0	6
10	22,5	33,4	4,8		25	0	0	0	0	18	74	0,2
11	4,3	21,2	0	0	0	0		1		4,8	0	0
12	48,2	0,8	0	10,9	0			1,6	0	0	8,5	5,8
13	0		0	3,5	0	14	4,4	0	0	0	0	0,3
14		0				2,6	0,1	0		0	0	4
15	0	0,3	1,5	0	1,5	1,8		0		0	7,5	28,8
16	1	0	0		0	6,7	0			11	50	37,5
17	0	24		1,6		2,7		0		20	0	15,4
18		68,8	0	38,8	4,5	0,5	4	0		0	0	97,2
19	0	76,6	0			0	5	0		1,6	9,4	78,2
20	1,9	40	21,6	27	0	2,7	0	0		49	51,3	101
21	11	37,5	0,4	0	47	3	0	0		0	4,1	66
22	0	5,1	20	0		0	0	0		0	29,1	144
23	0	13,1	0	52	0,2	0	0	0		0	0,8	13,8
24	4,6	1,4	2,1	6,8	0	0		0		35	13	0
25		2,2		5,3	13,5	0	0	0			50,6	
26	1,1	10,6		22,1	14,5	0	0	0		0	7,7	2,2
27		5	0	0		0		0		59	0,2	
28			0,1	0	0	0		0	0	4,5	60	0,7
29	0	18,7	19,9	0	0	0	0	0	0	0	2,6	7,4
30	0		0	0		0	0	0	0		15,2	14,2
31	41,5		0					0				18,4

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tahun 2021

Tanggal Pencatatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	56,5	28	17,4	34,8	0	0	7,5		0	0	0	41,7
2	25,8	5,8	10,8	116	0	0				10	12	0,9
3	0,4	0,2		36,3	0	0				0,2	2,8	0
4	31,6	48,6	6,8	4,5	0	0	5,1	0	7,5	0	17,6	8,8
5	7,2	18,5		0		0		0	1	0		52,1
6	36,4		1	44,7	84,3	0		0	6	0	5,5	87,4
7	7,6	0	0,5	5,1	17,8			0	0	7	1,5	243
8	11,7	0	25,8	17,6	6,1	0	11	0	4,6	0	0,3	17,2
9		6		12,5	5,7	0	30	0	0	0	4,2	5,8
10	6,8	0	209	2,6	0,7	0	0,6	1,2	0	1	3,8	
11	22	0	106	0	0	0	0	1,2	2	0	28,9	3,8
12		0	5,1	0,9	0	0	1	0	0,2	0	2,3	28,8
13	0,5	10,5	16,5	0,3	0	1,2		3,3	61		114	17,5
14	3,8	24,5	0,1	5,9		2,8	0	2,2	1,1		56,9	0,6
15	22,9	24,7	0,1	0	0,1	52	0	0	0	41	1	7,2
16	64,8	45,2	0,4	0	0	0	11	0	0	0	104	
17	36,7	0		0	0,8	30	4,1			0,9	2,7	0
18	46,6	8,3		0	0	0,5	0,5	39	0	75	6,8	0
19	110	20,9				8,3	0	0	0	39	1	22,3
20	24,3	5	41,2	0		21	0	0	1	48	1	5,1
21	42,3	32	0	0	16	0,3	1	0			31,3	93,9
22	14,3	20,4		0		0,4	6,9	1,5		0	0	7
23	29,5	65,8	8,8	0	0,8	5,8		0	43	2		
24	34,4	26,2	1,2	0		0	0	0	0	9,7	0	26,4
25	19,7	41,4	0	0	0	13		2,5	5,5	0,2	1,1	2,3
26	2,5	0	4	0	0	22	0	18	0	4,3		9,5
27	25,6	4,7	6,7	0	0	9,2			0	5,7	4	23
28	62,5		24,5	0	0		0	55	0	26	7,5	10,2
29	15,8		76,3	1,9	0		0	2	0	36	53,5	2,1
30	59,1		0,1	2,8	0	0,8		8	0	29	0,5	8,5
31	7		61,4		0		0	0		28		11,8

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tahun 2022

Tanggal Pencatatan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	77,3	13,6	0	22,8	43			8,3	1,6	0,9	35,8	44,7
2	5,3		0	4,7		0	0	0,8	0			16,9
3		6,6	0,8	0	0	0	0	4,1		20	3	0
4	25,3	78,1	46,8	0	0	26	18	0	4,7	20	3,5	0
5		16,2		7,2		48		0	17	1,8	1,4	0
6	52,8		4,9	0	12	0,5	0	0	0,8	19	19,2	24,1
7	7		7,9			23	0	0	3,3	40	24,5	9,6
8	0,5	39	59,1		23		0	0,2			24	0,8
9	0	38,5	9,3		13,8	2,1	0	14	5	12	48,1	0
10	0,1	12,7	0	1,4	4,4	1	0,2	0	0	6,4	1,8	16,7
11	0	40	0		8,9			17	0	34	88,8	7
12	7,5	18,6	0	0		40			0	57	36,1	
13	63,9	12,7	0	7,5	0	22		1		2,5	55,8	10
14	14,8	0	110	0	8,4	0,6	0,3			19		15,9
15	23,4	0,6	4,8		8,3	11	0,8		0,1		5,1	2,5
16	41,8	86,7	1,2	0,2		1	0	0		9	92,8	1,9
17		19,4	13,7	4,5	0,5		0	0	0	4,2	55,6	41,1
18	0,4	0	1,6	1	48,6	26	11	0	0	0,8	38,6	46,5
19	68,4	5,6	6,2	0	1,2	9,5		0	0	53	136	21,1
20	135	8,7	50	2,3	2,6	4,1	0	0	29	7	0	0
21	73,1	166	1,8	0,8	14	0	0	0	24	23	5	1,7
22	17,6	6,7	0	1,4	0,5	5,6	10	0	18		0	0
23	2	158	4,3	0	0	0	0	0		30	14,5	121
24	4,8	13,5		0	0	7,5	0	0	0	33	5,6	108
25	0	27	0	7,3		22		0	0	7,8		75,8
26	0,1	3,1	0	29,6	54,8	45	0	0	0	0		48,8
27	0		0	0	128	0	0	0	0		3,4	30,4
28	21,4	16,7	10,4	1,9	1,6	0,2	0	9	0	2,9	4,5	138
29	11,5		29,7	0	0		0	0		17	4,4	44,4
30	0			0		16	0	1,6	30	27	13,7	97,8
31							0	2,5				56,6

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika

Tabel. Rekap Curah Hujan Bulanan

Stasiun : Meteorologi Hasanuddin

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2018	723	593	594	226	72	124	60	2	0	152	331	802
2019	885	270	228	231	16	28	7	1	-	18	85	235
2020	532	607	323	220	271	59	19	12	35	237	436	955
2021	832	503	625	292	134	166	79	134	133	363	373	773
2022	589	778	383	113	332	313	518	518	133	483	949	945

Sumber : Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV



Gambar 1. Pekerjaan Penggalian Drainase



Gambar 2. Pekerjaan Pemasangan Batu Kali Drainase





Gambar 3. Pekerjaan Pembuatan Bekesting Plat



Gambar 4.1 Pekerjaan Pembesian Plat



Gambar 4.2 Pekerjaan Pembesian Plat



Gambar 5.1 Pekerjaan Pengecoran Plat



Gambar 5.2 Pekerjaan Pengecoran Plat



Gambar 6.1 Pekerjaan Pemasangan Cor Mainhold



Gambar 6.2 Pekerjaan Pemasangan Cor Mainhold