

## **TUGAS AKHIR**

### **EVALUASI SALURAN DRAINASE AKIBAT GENANGAN PADA KAWASAN JALAN A.P. PETTARANI**

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu  
( S1 )*



Disusun oleh:

IRLI SAFITRI IRMAN

45 17 041 126

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2021**



# UNIVERSITAS BOSOWA

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452 901/ 452 789  
Fax. (0411) 424 568 Website : [www.universitasbosowa.ac.id](http://www.universitasbosowa.ac.id)  
Makassar - Sulawesi Selatan - Indonesia

## LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP TUGAS AKHIR

JUDUL :

**“EVALUASI SALURAN DRAINASE KAWASAN JALAN A.P PETTARANI  
TERKAIT PENYEBAB GENANGAN”**

Disusun dan diajukan oleh :

**Nama Mahasiswa : Irlis Safitri Irman**

**Stambuk : 45 17 041 126**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil /  
Jurusan Sipil Fakultas Universitas Bosowa Makassar.

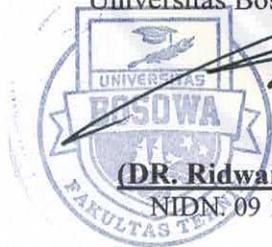
Telah Disetujui Komisi Pembimbing

1. Pembimbing I : **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT** (.....)

2. Pembimbing II : **Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp** (.....)

Mengetahui :

Dekan, Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa Makassar



**(DR. Ridwan, ST, M.Si)**  
NIDN. 09 1012 71 01

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Universitas Bosowa Makassar

**(Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T.)**  
NIDN. 001056502



**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Nomor : 666/FT/UNIBOS/VIII/2021, tanggal 26 Agustus Tahun 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari/tanggal : Jum'at / 27 Agustus 2021  
Nama Mahasiswa : IRLI SAFITRI IRMAN  
NIM : 45 17 041 126  
Judul : EVALUASI SALURAN DRAINASE AKIBAT GENANGAN  
PADA KAWASAN JALAN A.P. PETTARANI

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

**Tim Penguji Tugas Akhir**

Ketua : Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. (  )  
Sekretaris : Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp. (  )  
Anggota : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp. (  )  
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST., MT. (  )

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa  
  
Dr. Ridwan, S.T., M.Si.  
NIDN : 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
FT. Universitas Bosowa  
  
Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.)  
NIDN : 00 010565 02

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Irlı Safitri Irman  
Nomor Stambuk : 45 17 041 126  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Saluran Drainase Akibat Genangan pada Kawasan Jalan A.P. Pettarani

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan / mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak jurusan sipil fakultas teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagai mana mestinya.

Makassar, Agustus 2021

Yang menyatakan

  
(Irlı Safitri Irman)

## PRA KATA

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul **Evaluasi Saluran Drainase Akibat Genangan pada Kawasan Jalan A.P. Pettarani** yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu di Universitas Bosowa.

Penulis menyadari bahwa dalam proses awal hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, beberapa pihak yang telah terlibat dan berperan untuk mewujudkan selesainya Proposal Tugas Akhir ini. Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT selaku Pembimbing I yang telah mendidik dan memberikan arahan serta bimbingan selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir.
2. Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp selaku Pembimbing II yang telah mendidik dan memberikan arahan serta bimbingan selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Seluruh jajaran Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa.
4. Kedua orang tua dan segenap keluarga serta sahabat yang senantiasa memberi dorongan serta bantuan moril dan materi demi menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman satu bimbingan Penelitian Tugas Akhir , yang telah berjuang bersama-sama penulis dalam menyelesaikan Tuga Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih memerlukan perbaikan, hal ini tidak lain disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Masukan dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diharapkan demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Makassar, Agustus 2021

Penulis

Irlı Safitri Irman

## ABSTRAK

Drainase bertujuan untuk mengalirkan air dari suatu kawasan yang berasal dari air hujan maupun air buangan agar tidak terjadi genangan pada suatu Kawasan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap saluran drainase pada Kawasan jalan A.P Pettarani pada titik yang sering mengalami genangan pada saat musim hujan. Evaluasi dilakukan dengan menganalisa kapasitas tampungan saluran drainase, dilanjutkan dengan survey lapangan penyebab terjadinya genangan. Analisa kapasitas saluran drainase dibagi menjadi 2 jenis yaitu saluran I (kiri) dan saluran II (kanan). Dari hasil perhitungan diperoleh debit saluran eksisting I yaitu  $1.165 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan debit banjir  $1.408 \text{ m}^3/\text{s}$ , sedangkan debit saluran eksisting II yaitu  $1.093 \text{ m}^3/\text{s}$  dengan debit banjir  $0.654 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dengan demikian dilakukan perhitungan dimensi baru saluran untuk saluran I dengan hasil lebar dasar saluran  $2.008 \text{ m}$ , dan tinggi saluran  $1.307 \text{ m}$ . Kemudian dilakukan perhitungan debit saluran dengan dimensi baru saluran dan diperoleh nilai debit saluran lebih besar dari debit banjir. Adapun penyebab terjadinya genangan yang lebih cepat saat hujan sesuai tinjauan langsung di lapangan yaitu pendangkalan akibat sedimen  $23 - 60 \text{ cm}$ , pada titik tertentu sedimen dan sampah menyebabkan arah aliran yang tidak seharusnya dan memberikan beban pada saluran lain sehingga menyebabkan air meluap ke permukaan saat hujan, adanya kabel telkom yang mengurangi fungsi saluran, serta kurangnya penyediaan inlet.

**Kata kunci** : drainase, debit banjir, genangan

## ABSTRACT

Drainage aims to drain water from an area that comes from rainwater or waste water so that there is no puddle in an area. The purpose of this study is to evaluate the drainage channel in the A.P Pettarani road area which often experiences inundation during the rainy season. The evaluation is carried out by analyzing the capacity of the drainage channel, followed by a field survey of the causes of inundation. The drainage channel capacity analysis is divided into 2 types, namely channel I (left) and channel II (right). From the calculation results, channel I discharge is 1,165 m<sup>3</sup>/s with a flood discharge of 1,408 m<sup>3</sup>/s, while channel II discharge is 1,093 m<sup>3</sup>/s with a flood discharge of 0.654 m<sup>3</sup>/s. Thus, the calculation of the new dimensions of the channel for channel I is carried out so that the width of the channel base is 2,008 m, and the channel height is 1,307 m. Then the channel discharge calculation is carried out with the new channel dimensions and the channel discharge value is greater than the flood discharge. As for the cause of faster inundation when it rains, according to direct observation in the work area, there is silting due to 23-60 cm of sediment, at a certain point sediment and garbage cause an inappropriate flow direction and put a load on other channels, causing water to overflow to the surface when it rains. rain, the presence of telkom cable that reduces the function of the channel, as well as the lack of inlet provision.

**Keywords** : drainage, flood discharge, inundation

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGAJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
PRA KATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-4
1.3. Batasan Masalah .....	I-4
1.4. Tujuan Penelitian .....	I-5
1.5. Manfaat Penelitian .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Banjir.....	II-1
2.2. Drainase Perkotaan .....	II-4
2.3. Analisis Hidrologi .....	II-8

2.4. Debit Rencana dengan Metode Rasional .....	II-28
2.5. Analisa Hidraulika .....	II-31
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Jenis Penelitian .....	III-1
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	III-1
3.3. Prosedur Penelitian .....	III-3
3.4. Bagan Alur Penelitian .....	III-5
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>	
4.1. Analisa Hidrologi .....	IV-1
4.2. Perhitungan Waktu Konsentrasi ( $t_c$ ) .....	IV-16
4.3. Daerah Tangkapan Air (Catchment Area) .....	IV-19
4.4. Analisis Debit Banjir .....	IV-20
4.5. Analisa Debit Saluran Eksisting .....	IV-23
4.6. Menentukan Dimensi Baru Saluran .....	IV-25
4.7. Perhitungan Debit Saluran I dengan Dimensi Baru .....	IV-27
4.8. Survey Penyebab Genangan .....	IV-29
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	V-1
5.2. Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>6</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota dan Luas Daerah.....	II-13
Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi .....	II-16
Tabel 2.3 Harga K Untuk Distribusi Log Pearson III.....	II-22
Tabel 2.4 Nilai kritis Do Untuk Uji Sminov-Kolmogorov .....	II-24
Tabel 2.5 Koefisien Limpasan untuk Metode Rasional.....	II-30
Tabel 2.6 Harga Koefisien Manning Pada Saluran Drainase .....	II-33
Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan.....	IV-2
Tabel 4.2 Curah Hujan Rata-Rata dengan Metode Aljabar .....	IV-3
Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Data Curah Hujan Maksimum Tahunan	IV-4
Tabel 4.4 Hasil Uji Distribusi Statistik.....	IV-6
Tabel 4.5 Perhitungan distribusi dengan menggunakan metode Log Person III .....	IV-7
Tabel 4.6 Nilai G Interpolasi.....	IV-8
Tabel 4.7 Perhitungan Hujan Rencana dengan berbagai Kala Ulang ...	IV-8
Tabel 4.8 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorof untuk Log Person Tipe III .....	IV-9
Tabel 4.9 Intensitas Hujan berdasar Curah hujan Rencana .....	IV-10
Tabel 4.10 Data Elevasi dan Panjang saluran .....	IV-17
Tabel 4.11 Intensitas Hujan Untuk Saluran I.....	IV-18

Tabel 4.12 Intensitas Hujan Untuk Saluran II .....	IV-18
Tabel 4.13 Luas tiap Daerah Tangkapan Air .....	IV-19
Tabel 4.14 Jenis Tata Guna Lahan Catchment Area Saluran I .....	IV-20
Tabel 4.15 Perhitungan Debit Hujan untuk Saluran I .....	IV-21
Tabel 4.16 Jenis Tata Guna Lahan Catchment Area Saluran II .....	IV-21
Tabel 4.17 Perhitungan Debit Hujan untuk Saluran II .....	IV-22
Tabel 4.18 Dimensi Saluran Eksisting.....	IV-23
Tabel 4.19 Kapasitas Penampang Saluran dan Debit Banjir .....	IV-25
Tabel 4.20 Perbandingan Debit Saluran Sebelum dan Sesudah Evaluasi .....	IV-28
Tabel 4.21 Hasil Pengukuran sederhana tinggi sedimen beberapa titik di Zona A.....	IV-35
Tabel 4.22 Hasil Pengukuran sederhana tinggi sedimen beberapa titik di Zona B .....	IV-41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Evaluasi Kapasitas Drainase .....	III-2
Gambar 3.2 Lokasi Peninjauan Terhadap Penyebab Genangan .....	III-2
Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Curah Hujan.....	IV-2
Gambar 4.2 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 2 Tahun .....	IV-12
Gambar 4.3 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 5 Tahun .....	IV-13
Gambar 4.4 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 10 Tahun .....	IV-13
Gambar 4.5 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 25 Tahun .....	IV-14
Gambar 4.6 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 50 Tahun .....	IV-14
Gambar 4.7 Grafik Gabungan Intensitas Curah Hujan.....	IV-15
Gambar 4.8 Saluran yang akan ditinjau beserta arah alirannya .....	IV-16
Gambar 4.9 Daerah Tangkapan Air masing-masing saluran.....	IV-19
Gambar 4.10 perbandingan dimensi penampang saluran I sebelum dan sesudah evaluasi.....	IV-27
Gambar 4.11 Pembagian zona pengamatan penyebab genangan .....	IV-29
Gambar 4.12 Arah Aliran Zona A.....	IV-30
Gambar 4.13 Detail titik penyumbatan saluran Zona A .....	IV-31
Gambar 4.14 Letak Inlet pada Zona A .....	IV-33
Gambar 4.15 Kondisi Jalan di Zona A.....	IV-34

Gambar 4.16 Lokasi Pengukuran Sederhana Tinggi sedimen .....	IV-34
Gambar 4.17 Penumpukan Sampah di beberapa titik.....	IV-35
Gambar 4.18 Survey Arah Aliran Zona B.....	IV-36
Gambar 4.19 Lokasi terjadinya penyumbatan akibat kabel telkom, sedimen, dan sampah.....	IV-37
Gambar 4.20 Detail Lokasi terjadinya penyumbatan akibat kabel telkom, sedimen, dan sampah .....	IV-38
Gambar 4.20 Detail Lokasi terjadinya penyumbatan akibat kabel telkom, sedimen, dan sampah .....	IV-38
Gambar 4.21 Rekomendasi Perubahan Arah Aliran .....	IV-39
Gambar 4.21 Lokasi Pengukuran Sederhana Tinggi sedimen .....	IV-40

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kota Makassar, Ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki wilayah seluas 175,77 km<sup>2</sup> merupakan kota yang berada di urutan kelima kota terbesar di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Bandung dan Medan. Berdasarkan letak geografisnya, Kota Makassar Berada di 199°24'17'38" Bujur timur dan 5°8'6'19" Lintang selatan. Sedangkan secara administrasi kota Makassar terbagi atas 14 Kecamatan dan 142 Kelurahan dengan 885 RW dan 4446 RT (Sumber : BPS, 2013). Kota Makassar adalah kota yang terletak dekat dengan pantai yang membentang sepanjang koridor barat dan utara dan juga dikenal sebagai "Waterfront City" yang didalamnya mengalir beberapa sungai (Sungai Tallo, Sungai Jeneberang, dan Sungai Pampang) yang kesemuanya bermuara ke dalam kota. Kota Makassar merupakan hamparan daratan rendah yang berada pada ketinggian antara 0-25 meter dari permukaan laut. Dari kondisi ini menyebabkan Kota Makassar sering mengalami genangan air pada musim hujan, terutama pada saat turun hujan bersamaan dengan naiknya air pasang.

Kota Makassar termasuk kota besar dengan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini yang membawa dampak kepada peningkatan kebutuhan lahan dan permintaan akan pemenuhan kebutuhan pelayanan dan prasarana kota yang dapat berdampak pada menurunnya kualitas lingkungan seperti degradasi lingkungan dan bencana alam. Salah satu permasalahan yang sering terjadi setiap tahunnya adalah masalah banjir. Hampir setiap tahun bencana banjir di Makassar terjadi pada setiap datangnya musim penghujan.

Salah satu kawasan yang sering mengalami genangan di kota Makassar setiap tahunnya yaitu Kawasan Jalan A.P.Pettarani. Secara umum pemanfaatan lahan di Kawasan Jalan A.P.Pettarani berupa Perumahan, Komplek Sekolah, dan Rumah makan. Selain itu, sebagian besar daerahnya merupakan daerah yang cukup padat dan jarak antara bangunan yang cukup dekat. Dengan kontur daerah yang relatif datar di sepanjang Jalan A.P.Pettarani memungkinkan terjadi perlambatan aliran air disaat hujan terjadi dengan intensitas yang tinggi, pembangunan yang terus meningkat juga dapat menyebabkan berkurangnya daerah resapan hujan yang tertutup oleh plesteran beton atau aspal. Tentu saja hal ini menyebabkan terganggunya aktivitas warga yang berlalu lalang di Jl. A.P Pettarani, juga berdampak pada perekonomian gedung-gedung yang

memberikan pelayanan untuk publik. Mengingat pentingnya fungsi jalan, maka perlu ada upaya untuk menghilangkan berbagai gangguan terutama seperti genangan yang cukup tinggi. Sistem drainase jalan yang baik sangat diperlukan untuk memastikan tidak terganggunya aktivitas pengguna jalan akibat genangan air hujan. Fungsi utama drainase jalan adalah untuk mencegah terjadinya banjir dan genangan pada jalan serta melindungi permukaan perkerasan jalan dan tanah dasar. Di sepanjang Jalan A.P Pettarani telah terdapat saluran drainase eksisting dengan panjang 4,3 km dan lebar antara 1-3 m. Namun pada kenyataannya genangan terus terjadi setiap musim penghujan tiba dan sangat mengganggu aktivitas di Jl. A.P Pettarani. Mengingat hal tersebut, perlu diadakan penelitian mengenai kondisi drainase yang ada di Jl. A.P Pettarani sebagai bahan pertimbangan untuk mengevaluasi kelayakan serta menemukan solusi yang mampu mengatasi genangan yang terjadi.

Merujuk pada identifikasi permasalahan yang terjadi di atas, maka tujuan utama penelitian ini adalah melakukan **Evaluasi Saluran Drainase Akibat Genangan pada Kawasan Jalan A.P Pettarani** sehingga bisa mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dan dapat menemukan solusi atas genangan-genangan yang terjadi di beberapa titik sepanjang saluran Jl. A.P Pettarani.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi eksisting saluran yang ada di Jalan A.P.Pettarani bila terjadi musim hujan ?
2. Seberapa besar debit banjir dan debit saluran di Jl. A.P Pettarani setelah dilakukan evaluasi ?
3. Bagaimana solusi untuk mengatasi permasalahan genangan di Jalan A.P Pettarani ?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Evaluasi saluran drainase Jalan A.P Pettarani hanya berfokus pada saluran yang mengalami genangan parah selama musim hujan yang dapat diamati dengan pengamatan langsung di lapangan selama musim hujan, berfokus pada kapasitas saluran drainase dan penyebab genangan yang dapat diamati langsung.
2. Saluran yang dimaksud yaitu saluran I (depan Jl. Hertasning sampai Depan Jl. Pendidikan) dan Saluran II (depan Jl. Rappocini sampai Depan Jl. Landak Baru)
3. Dalam peninjauan terhadap penyebab genangan, terdapat Zona A dan Zona B, dimana saluran I dan II berada dalam Zona B sedangkan Zona A merupakan sebagian jalan Yusuf DG Ngawi.

Zona A dimasukkan ke dalam peninjauan karena mempunyai pengaruh terhadap genangan yang terjadi di Zona B.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, maka tujuan penulisan laporan tugas akhir adalah :

1. Untuk mengetahui kondisi saluran eksisting yang ada di wilayah Jalan A.P. Pettarani bila terjadi hujan.
2. Untuk mengetahui besar debit banjir dan debit saluran di Jl. A.P Pettarani setelah dilakukan evaluasi
3. Mengetahui penyebab dan solusi permasalahan genangan di Jalan A.P Pettarani.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat :

1. Sebagai salah satu penerapan teori yang telah di dapatkan di bangku kuliah.
2. Merekomendasikan dimensi saluran eksisting jika dari hasil evaluasi kapasitas tampungan dimensi yang ada sudah tidak memenuhi.
3. Menginformasikan titik terjadinya genangan dan penyebab genangan
4. Data analisa curah hujan serta data lain dapat digunakan untuk perencanaan bangunan air.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Banjir

Banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir ada dua peristiwa. Pertama peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir. Kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada (Suripin, 2004).

Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umumnya banjir dapat diklarifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir secara alami dan banjir yang diakibatkan oleh manusia (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

1. Penyebab banjir secara alami adalah:

a. Pengaruh air pasang,

Air pasang laut akan memperlambat aliran sungai ke laut. Pada banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi genangan atau banjir menjadi besar karna tidak adanya aliran balik (backwater)

b. Curah hujan,

Curah hujan dapat terjadinya banjir apabila turun dengan skala tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

c. Pengaruh fisiografi,

Fisiografi atau bias disebut geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan Daerah Aliran Sungai (DAS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dan lain-lain, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

d. Erosi dan sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DAS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

e. Menurunnya kapasitas sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

f. Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

2. Penyebab banjir akibat faktor manusia adalah:

a. Menurunnya fungsi DAS di bagian hulu sebagai daerah resapan, Kemampuan DAS, khususnya di bagian hulu untuk meresapkan air menahan air hujan semakin berkurang yang disebabkan seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lahan lainnya. Hal tersebut dapat memperburuk masalah banjir karena dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas banjir.

b. Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang tepian sungai merupakan penghambat aliran. Luas penampang aliran sungai akan berkurang akibat pemanfaatan bantaran untuk pemukiman kumuh warga.

c. Sampah

Ketidaksiplinan masyarakat yang membuang sampah langsung ke sungai bukan pada tempat yang ditentukan dapat mengakibatkan naiknya muka air banjir.

d. Bendung dan bangunan lain

Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (backwater).

e. Kerusakan bangunan pengendali banjir

Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya menjadi tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.

f. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar.

## 2.2 Drainase Perkotaan

### 1. Umum

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air.

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Jadi, drainase

menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Suripin, 2004).

Pada dasarnya drainase tidak diperlukan bila kelebihan air yang tidak menimbulkan permasalahan bagi masyarakat. Drainase diperlukan bila air kelebihan menggenang pada daerah-daerah yang mempunyai nilai ekonomis seperti daerah perkotaan, pertanian, industri, dan pariwisata. (Suhardjono, 1948).

## 2. Jenis – Jenis Drainase

Jenis drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut (Hadi Hardjaja, dalam jurnal Kusumo 2009) :

### A. Menurut Sejarah Terbentuknya

#### 1) Drainase Alamiah (Natural Drainage)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relatif bagus akan membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerah-daerah rendah yang tertindak sebagai kola penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.

#### 2) Drainase Buatan

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

#### B. Drainase Menurut Letak Bangunannya

##### 1) Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis open channel flow (aliran saluran terbuka).

##### 2) Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan – alasan tertentu, seperti tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran dipermukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, dan taman.

#### C. Drainase Menurut Konstruksinya

##### 1) Saluran Terbuka

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

## 2) Saluran Tertutup

Saluran yang pada umumnya sering di pakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan atau lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

### D. Drainase Menurut Sistem Buangannya

Pada sistem pengumpulan air buangan sesuai dengan fungsinya maka pemilihan sistem buangan dibedakan menjadi (Hadi Hardjaja, dalam jurnal Kusumo 2009):

#### 1) Sistem Terpisah (Separate System)

Dimana air kotor dan air hujan dilayani oleh system saluran masing -masing secara terpisah.

#### 2) Sistem Tercampur (Combined system)

Dimana air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama.

#### 3) Sistem Kombinasi (Pscudo Separate system)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran penggelontor .kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaaan interceptor.

### 3. Fungsi Drainase

Drainase memiliki banyak fungsi, diantaranya (Moduto, dalam jurnal Ainal Muttaqin 2011):

- 1) Mengeringkan daerah becek dan genangan air.
- 2) Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan.
- 3) Mengendalikan erosi, kerusakan jalan, dan kerusakan infrastruktur.
- 4) Mengelola kualitas air.

### 2.3 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan langkah yang paling penting untuk merencanakan drainase. Analisis ini perlu untuk dapat menentukan besarnya aliran permukaan ataupun pembuangan yang harus ditampung. Data hidrologi mencakup antara lain luas daerah drainase, besar, dan frekuensi dari intensitas hujan rencana. Ukuran dari daerah tangkapan air akan mempengaruhi aliran permukaan sedangkan daerah aliran dapat ditentukan dari peta topografi atau foto udara.

#### 1. Hujan

Hujan merupakan turunnya air dari atmosfer kemudian jatuh kepermukaan bumi berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Pada daerah tropis, termasuk Indonesia sumbangan yang paling besar yakni hujan, sehingga hujan dianggap presipitasi. Hujan

berasal dari uap air di atmosfer, bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperature dan tekanan atmosfer. Jumlah air yang jatuh ke permukaan ini dapat diukur dengan cara menggunakan alat penakar hujan. Distribusi dalam ruang dapat diketahui dengan cara mengukur 9 hujan pada beberapa lokasi daerah yang akan ditinjau. Selang distribusi waktu dapat kita ketahui dengan mengukur hujan sepanjang waktu. Hujan merupakan sumber semua air yang mengalir pada sungai dan dalam tanggungan baik dari atas maupun di bawah permukaan tanah. Variasi dan jumlah debit sungai tergantung pada jumlah, intensitas dan distribusi hujan. Hubungan antara debit sungai dan curah hujan yang jatuh di daerah sungai (DAS) yang bersangkutan. Apabila data pencatatan debit tersebut tidak ada, data pencatatan dapat digunakan untuk memperkirakan debit aliran (Mawardi, 2012).

## **2. Penentuan Hujan Kawasan / Hujan Wilayah**

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan wilayah hujan tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan (*areal rainfall*) yang diperoleh dari harga rata-rata

curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam atau di sekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah daerah aliran sungai (DAS) ada tiga metode, yaitu metode rata-rata aritmatik (aljabar), metode poligon Thiessen dan metode Isohyet (Loebis, 1987).

a. Metode rata-rata aritmatik (aljabar)

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila (Triatmodjo, 2008) :

- Daerahnya datar
- Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

b. Metode Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi

pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Metode poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru.

(Triatmodjo, 2008).

c. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut.

Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet

mempunyai pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya.

(Triatmodjo, 2008).

### **3. Hujan Rencana**

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Menurut Suripin (2004), Sistem hidrologi terkadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim tersebut berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang ekstrim kejadiannya sangat langka. Dalam analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Terdapat 2 macam seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi yakni :

a. Seri data maksimum hujan tahunan

Data ini diambil setiap tahun dengan cara yakni satu besaran maksimum dianggap berpengaruh pada hasil analisis selanjutnya.

b. Seri parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis.

Kala ulang (return period) merupakan waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Kala ulang rencana yang digunakan untuk desain hidrologi mengikuti standar yang berlaku seperti pada Tabel berikut :

Tabel 2.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota dan Luas Daerah Pengaliran

Tipologi Kota	Catchment Area (Ha)			
	<10	10-100	100-500	>500
Kota Metropolitan	2 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun	10-25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-20 tahun
Kota sedang/kecil	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2014

Dalam menganalisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Semakin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. Data ini kemudian dianalisis menggunakan beberapa distribusi frekuensi. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah (Suripin dalam jurnal Fairizi, 2015) yaitu distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada dilakukan terlebih dahulu pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin, 2004).

### **1) Pengukuran Dispersi**

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (variation) atau dispersi (dispersion) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi, pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis. (Soewarno, 1995)

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut :

a. Rata-rata :  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  (II.1)

b. Simpangan baku :  $s = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$  (II.2)

c. Koefisien Variansi =  $Cv = \frac{s}{\bar{x}}$  (II.3)

d. Koefisien *skewness* :  $C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$  (II.4)

e. Koefisien Kurtosis :  $C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$  (II.5)

Keterangan :

n = adalah jumlah data yang dianalisis,

$x_i$  = curah hujan (mm).

Selanjutnya memilih metode distribusi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapat dari perhitungan data dengan sifat- sifat yang ada pada metode-metode distribusi seperti yang disajikan pada berikut (Jayadi, R., 2000)

Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck = 3$
2	Log Normal	$Cs \approx 3 Cv$
3	Gumbel	$Cs \approx 1,14$
		$Ck \approx 5,4002$
4	Log Pearson III	$Cs$ positif atau negatif, dan tidak memenuhi semua syarat diatas

Perhitungan analisis frekuensi merupakan pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang berikut nilai probabilitas. Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Adapun distribusi yang dipakai dapat ditentukan setelah mengetahui karakteristik data yang ada, yaitu data curah hujan rata-rata maksimum. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. (Soemarto, 1987).

## 2) Jenis distribusi frekuensi hujan untuk menentukan hujan rencana

### a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. PDF (probability density function) distribusi normal ini dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\eta)^2}{2\sigma^2}} \quad (II.6)$$

dengan :

$P(X)$  = Peluang terjadinya x

$\pi$  = 3,14159

e = 2,71828

X = Variabel acak kontinyu

$\mu$  = Rata-rata nilai X

$\sigma$  = Deviasi standar dari nilai X

Dalam pemakaian praktis digunakan rumus umum, sebagai berikut :

$$X_t = X + (k + s) \quad (II.7)$$

dengan :

$X_t$  = Perkiraan nilai x diharapkan terjadi dengan periode ulang tahun

X = Nilai rata-rata hitung variat X

S = Deviasi standar nilai variat X

K = Faktor frekuensi

#### b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi

distribusi normal. Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan

metode ini adalah sebagai berikut :

$$\log X_i = \log X_{rt} + (S \log X_{rt} \times K) \quad (II.8)$$

dengan :

$X_i$  = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang  $X$  tahun (mm)

$S$  = standar deviasi data hujan maksimum tahunan

$X_{rt}$  = curah hujan rata-rata (mm)

$k$  = nilai karakteristik dari distribusi Log-Normal, yang nilainya tergantung dari koefisien variasi

#### c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data ekstrim, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel adalah sebagai berikut :

$$X_i = X_{rt} + (S + k) \quad (II.9)$$

dengan :

$X_i$  = hujan rencana dengan periode ulang  $T$  tahun (mm)

$X_{rt}$  = nilai tengah sampel (mm)

$S$  = standar deviasi sampel.

k = faktor frekuensi.

Faktor frekuensi k didapat dengan menggunakan rumus :

$$k = \frac{Y_{cr} - Y_n}{S_n} \quad (II.10)$$

dengan :

$Y_n$  = harga rata-rata *reduced mean*

$S_n$  = *reduced Standar deviation*

$Y_{tr}$  = *reduced variate*

d. Metode Log Pearson Type III

Tiga parameter penting dalam Log Pearson Type III, yaitu harga rata-rata, simpangan baku (S), dan koefisien kemencengan (Cs).

Langkah-langkah analisis frekuensi dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

- 1) Ubah data kedalam bentuk logaritma

$$\text{Log } X_i = \text{Log } (X_i) \dots\dots\dots (II.11)$$

- 2) Hitung nilai rata-rata dengan persamaan :

$$\text{Log } X_{rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \dots\dots\dots (II.12)$$

- 3) Hitung harga deviasi standar dengan persamaan :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt}]^2}{n-1}} \dots\dots\dots (II.13)$$

4) Hitung koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) dengan

persamaan :

$$Cs = n \sum_{i=1}^n \frac{(\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots (II.14)$$

5) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang (T)

dengan persamaan :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K.s \dots\dots\dots (II.15)$$

6) Hitung anti Log  $X_T$  dengan persamaan :

$$X_T = \text{Anti Log } X_T \dots\dots\dots (II.16)$$

Dimana :

Log X = Logaritma debit atau curah hujan

Log  $X_T$  = Logaritma rata-rata dari debit atau curah hujan

Log  $X_i$  = Logaritma curah hujan tahun ke-1

K = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung Cs

Sd = Deviasi standar

Cs = Koefisien kemencengan

n = Jumlah data

$X_T$  = hujan kala ulang T tahun

Dalam menentukan nilai K biasanya digunakan dengan interpolasi, adapun rumus interpolasi adalah sebagai berikut :

$$K = K_0 + \left[ \frac{K_T + K_0}{C_{S_T} - C_{S_0}} \right] \times (C_S - C_{S_0}) \quad (II.17)$$

Keterangan :

K = nilai K yang dicari

$K_0$  = nilai K pada awal nilai yang sudah ada

$K_T$  = nilai K pada akhir nilai yang sudah ada

$C_S$  = nilai Koefisien skewness yang dicari

$C_{S_0}$  = nilai Koefisien skewness pada awal yang sudah ada

$C_{S_T}$  = nilai Koefisien skewness pada akhir yang sudah ada

Tabel 2.3 Harga K Untuk Distribusi Log Pearson III

Cs	Kala Ulang												
	1,0101	1,0526	1,1111	1,25	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
	Percent Chance												
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.2	0.1
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	2.769	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	2.882	3.235
0.2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	2.994	3.380
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.107	3.525
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.219	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.331	3.815
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.443	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	3.554	4.105
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312	3.664	4.250
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	3.774	4.395
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	3.883	4.540
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.006	2.585	3.087	3.575	3.989	4.680
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.096	4.820
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745	4.203	4.965
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	4.309	5.110
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910	4.413	5.250
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	4.515	5.390
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069	4.615	5.525
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	4.714	5.660
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223	4.809	5.785
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	4.903	5.910
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372	5.003	6.055
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454	5.109	6.200
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515	5.197	6.333
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584	5.290	6.467
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	5.383	6.600
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718	5.473	6.730
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.932	4.783	5.562	6.860
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847	5.651	6.990
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909	5.738	7.120
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	5.825	7.250

#### 4. Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

##### 1. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang di analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $\chi^2$ .

##### 2. Uji Sminov-Kolmogorov

Dilakukan untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi tersebut. Uji kecocokan dapat menggunakan metode uji Sminov-Kolmogorov.

Uji Sminov-Kolmogorov juga sering disebut uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pengujian meliputi :

1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan

besarnya peluang dari masing-masing data tersebut ;

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_n = P(X_n), \text{ dan seterusnya}$$

Tabel 2.4. Nilai kritis Do Untuk Uji Sminov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan, $\alpha$			
	0.2	0.1	<b>0.05</b>	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
<b>30</b>	0.19	0.22	<b>0.24</b>	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	$1.07/N^{0.5}$	$1.22/N^{0.5}$	$1.36/N^{0.5}$	$1.63/N^{0.5}$

2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis penggambaran data

(persamaan distribusinya)

$$X_1 = P' (X_1)$$

$$X_2 = P' (X_2)$$

$$X_n = P' (X_n), \text{ dan seterusnya}$$

3) Dari kedua nilai peluang tersebut , tentukan selisih nilai terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} ( P (X_n) - p'(X_n) )$$

4) Berdasarkan tabel nilai kritis ( Smirnov – Kolmogorov test ) tentukan harga  $D_0$  (lihat tabel ).

5) Apabila  $D < D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila  $D > D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

## 5. Menghitung Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat ( $t_o$ ) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau ( $t_d$ ). Waktu konsentrasi besarnya sangat bervariasi tergantung dari sejumlah faktor antara lain, luas daerah pengaliran, panjang saluran, debit dan kecepatan aliran.

Harga  $t_c$  ditentukan oleh panjang saluran yang dilalui aliran dan kemiringan saluran. Besarnya nilai  $t_c$  dapat dihitung dengan beberapa rumus salah satunya rumus Kirpich (1940) di bawah ini :

$$t_c = \left( \frac{0.87}{1000} \times \frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \quad (\text{II.18})$$

Dimana :

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau  
(km)

S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air

Rumus mencari kemiringan rata-rata sungai :

$$S = \frac{\Delta H}{0.9 \times L} \quad (\text{II.19})$$

Dimana :

S = Kemiringan rata-rata

$\Delta H$  = Beda tinggi antara titik terjauh sampai titik yang ditinjau (mdpl)

L = Panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau  
(km)

## 6. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas - Durasi Frekuensi (IDF=Intensity-Duration-Frequency Curve). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan jamjaman untuk membentuk lengkung IDF (Suripin, 2004).

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat di hitung dengan

rumus Mononobe (Suripin dalam jurnal Rahmani, et.al, 2016).

Adapun rumus tersebut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (II.20)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam),

$R_{24}$  = curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun (mm)tata

t = waktu konsentrasi (jam)

#### 2.4 Menentukan Debit Rencana dengan Metode Rasional

Metode rasional USSCS (1973) berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi memiliki intensitas seragam dan merata diseluruh DPS selama paling sedikit dengan waktu kosentrasi (tc) DAS. Metode rasional dinyatakan dengan rumus (Suripin, 2004):

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (II.21)$$

Dimana :

$Q_p$  = debit puncak (m<sup>3</sup> /detik), I = intensitas hujan (mm/jam),

C = koefisien pengaliran, A = luas daerah (hektar).

Koefesien aliran permukaan (C) suatu koefesian yang menjadi perbandingan besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Faktor mempengaruhi C adalah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Jika DPS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan koefisien aliran permukaan berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DPS dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_{Komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (II.22)$$

dengan :

$A_i$  = luas lahan dengan jenis penutup tanah  $i$ ,

$C_i$  = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah  $i$ ,

$n$  = jumlah jenis permukaan tanah

Tabel 2.5 Koefisien limpasan untuk metode rasional

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran, C
Business	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,50 - 0,70
perumahan	
rumah tunggal	0,30 - 0,50
multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
multiunit tergabung	0,60 - 0,75
perkampungan	0,25 - 0,40
apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
ringan	0,50 - 0,80
berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 - 0,95
batu bata, paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, tanah berat	
datar 2%	0,05 - 0,10
Rata-rata, 2 - 7%	0,10 - 0,15
curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman kereta api	0,10 - 0,35
Taman tempat bermain	0,20 - 0,35
Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
Hutan	
datar, 0 -5%	0,10 - 0,40
bergelombang, 5 - 10%	0,25 - 0,50
berbukit, 10 - 30%	0,30 - 0,60

Sumber : suripin, 2003 : 80-81

## 2.5 Analisa Hidraulika

### 1. Tipe Aliran

Saluran drainase merupakan aliran terbuka yakni aliran dimana muka air mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Suripin (2004) menggolongkan aliran terbuka menjadi berbagai tipe berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan ruang dan waktu. Berdasarkan ruang dan tipe aliran dibedakan mejadi:

- a. Airan seragam (*uniform flow*), bila kedalaman air di sepanjang saluran sama.
- b. Aliran tidak seragam (*nomuniform flow*), bila kedalaman air di sepanjang saluran yang ditinjau tidak sama.

Berdasarkan waktu, tipe aliran dibedakan atas:

- a. Aliran tetap (*steady flow*), bila kedalaman air tidak berubah atau dianggap tetap dalam kurun waktu tertentu.
- b. Aliran tidak tetap (*unsteady flow*), bila kedalaman aliran berubah sesuai dengan waktu.

Untuk mempermudah dalam penyelesaian persamaan aliran maka aliran dalam drainase dianggap mempunyai tipe aliran seragam. Sifat-sifat seragam adalah:

- a. Kedalaman aliran ( $H$ ), luas penampang basah ( $A$ ), kecepatan

aliran ( $V$ ) dan debit aliran ( $Q$ ) selalu tetap pada setiap penampang saluran.

b. Garis Energi dan Dasar Saluran selalu Sejajar.

Dalam sebagian persoalan aliran seragam, berdasarkan pertimbangan, maka debit dianggap tetap di sepanjang bagian saluran yang lurus atau aliran bersifat kontinyu, sehingga dapat ditunjukkan dengan persamaan kontinuitas:

$$Q = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (\text{II.23})$$

dengan:

$Q$  = debit saluran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ),

$A$  = luas basah pada potongan ( $\text{m}^2$ ),

$V$  = kecepatan aliran pada potongan ( $\text{m/dtk}$ ).

## 2. Kecepatan Aliran

Rumus kecepatan aliran ada 3 buah yang diketahui yaitu:

1) Rumus Chezy

$$V = C\sqrt{RS} \quad (\text{II.24})$$

2) Rumus Strickler

$$V = k_s R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{II.25})$$

### 3) Rumus Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (II.26)$$

dengan:

V = kecepatan aliran (m/dtk),

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas basah (m<sup>2</sup>)

P = keliling basah (m)

S = kemiringan dasar saluran (%)

C = koefisien kekasaran Chezy

k<sub>s</sub> = koefisien kekasaran Strickler,

n = koefisien kekasaran Manning.

Tabel 2.6. Harga Koefisien Manning Pada Saluran Drainase

Bahan	Koefisien manning (n)
Besi tuang dilapis	0.014
Kaca	0.010
Saluran beton	0.013
Bata dilapis mortar	0.015
pasangan batu disemen	0.025
saluran tanah bersih	0.022
saluran tanah	0.030
saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0.040
saluran pada galian batu padas	0.040

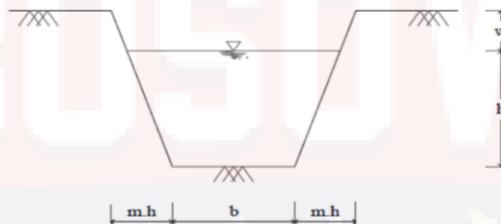
Sumber : Bambang Triatmodjo, 1993

### 3. Bentuk Penampang Saluran

Penampang saluran terbaik atau penampang saluran ekonomis adalah penampang saluran yang mempunyai keliling basah minimum akan memberikan daya tampung maksimum kepada penampang saluran.

#### 1) Bentuk Trapesium

Bentuk penampang trapesium dipakai untuk debit yang besar dan umumnya untuk mengalirkan air hujan, limbah domestik dan irigasi.



Gambar 2.1 Saluran berbentuk trapesium

Untuk penampang berbentuk trapesium luas penampang basah (A), keliling basah (P), Jari-jari hidrolis (R) dihitung dengan persamaan :

$$A = b + mh h \quad (II.27)$$

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0.5} \quad (II.28)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (II.29)$$

Dengan :

$A$  = Luas penampang basah saluran (m)

$b$  = Lebar dasar saluran (m)

$h$  = Tinggi muka air rencana (m)

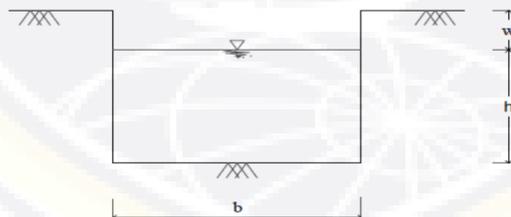
$m$  = Kemiringan talud (m) = 1 : m

$P$  = Keliling basah saluran (m)

$R$  = Jari-jari hidrolis (m)

## 2) Saluran berbentuk segi empat

Bentuk penampang persegi panjang dipakai untuk debit-debit yang kecil, untuk membuat saluran seperti ini biasanya dibuat pada daerah yang memiliki luasan kecil, hanya didukung oleh konstruksi yang kokoh dan digunakan untuk saluran air hujan, air rumah tangga, dll.



Gambar 2.2 Saluran berbentuk persegi panjang

Untuk penampang berbentuk persegi panjang luas penampang basah ( $A$ ), keliling basah ( $P$ ), Jari-jari hidrolis ( $R$ ) dihitung dengan persamaan :

$$A = h.b \quad (II.30)$$

$$A = h.b \quad (II.31)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (II.32)$$

Dengan :

A = Luas penampang basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, kemudian pengolahan data menggunakan persamaan yang ada. Hasil dari suatu pengolahan data digunakan kembali sebagai data untuk menganalisis yang lainnya dan berlanjut seterusnya sampai mendapatkan hasil akhir tentang evaluasi kapasitas saluran drainase Jl. A.P Pettarani. Penelitian ini juga melakukan peninjauan langsung ke lapangan terkait penyebab genangan yang terjadi.

#### **3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan pada saluran di Kawasan jalan A.P Pettarani yang mengalami genangan saat musim hujan tepatnya saluran I (depan Jl. Hertasning sampai Depan Jl. Pendidikan) dan Saluran II (depan Jl. Rappocini sampai Depan Jl. Landak Baru). Dalam peninjauan terhadap penyebab genangan, terdapat Zona A dan Zona B, dimana saluran I dan II berada dalam Zona B sedangkan Zona A merupakan sebagian jalan Yusuf DG Ngawi. Adapun waktu penelitian dimulai pada bulan April sampai Juni 2021.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian Evaluasi Kapasitas Drainase



Gambar 3.2. Lokasi Peninjauan Terhadap Penyebab Genangan

### 3.3 Prosedur Penelitian

1. Dimulai dengan pengumpulan data-data yang dibutuhkan.
  - a. Data Primer seperti tinjauan langsung ke lapangan untuk melihat kondisi eksisting saluran drainase, dimensi saluran, catchment area saluran yang diteliti, survey arah aliran, dan pengamatan penggunaan lahan di wilayah studi.
  - b. Data Sekunder berupa data yang di dapatkan dari berbagai instansi atau media yang tersedia yaitu peta lokasi dan data curah hujan.

#### 2. Analisa Hidrologi

Proses analisa curah hujan yang diperoleh digunakan untuk menghitung intensitas hujan.

- a. Analisis curah hujan rencana dengan Metode Normal, Distribusi Gumbel, dan Log Person Tipe III. Namun harus memenuhi persyaratan parameter statistik suatu distribusi.
- b. Selanjutnya melakukan pengujian di stribusi probabilitas dengan metode Smirnov-Kolmogorof untuk memilih distribusi data series terbaik. Uji disribusi probabilitas ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data analisis.

c. Setelah distribusi analisa curah hujan rancangan diterima, maka akan diperoleh curah hujan rencana dengan berbagai periode ulang.

d. Menghitung Intensitas Hujan

3. Analisa Arah Aliran

Arah aliran didapatkan dari hasil survey dilokasi penelitian, dengan mengamati saluran drainase eksisting kita bisa menentukan catchment area.

4. Analisa Tata Guna Lahan

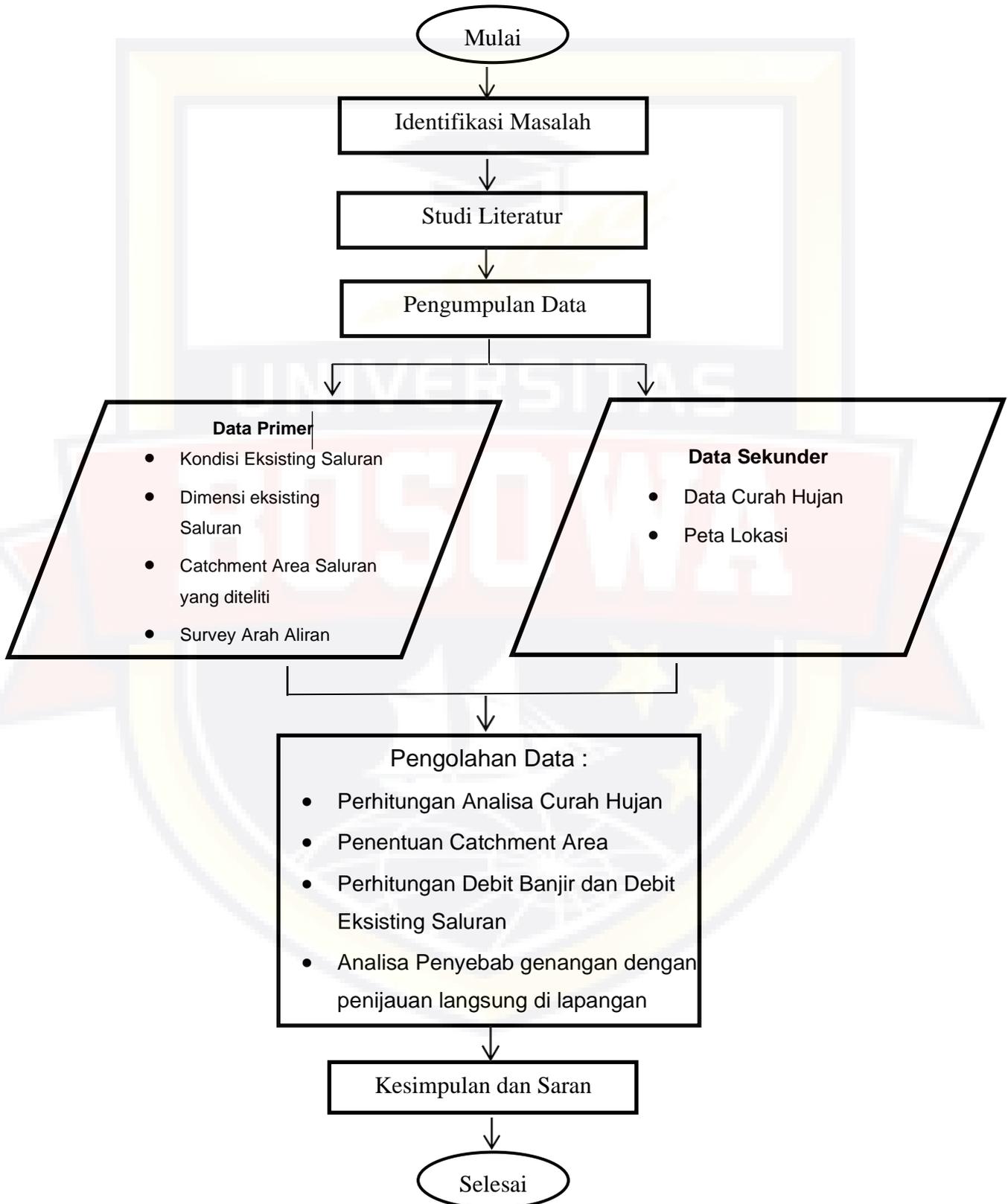
Analisa tata guna lahan dilakukan dengan pengamatan di lapangan untuk mengetahui jenis tutupan catchment area sehingga dapat menentukan parameter masing masing subcatchment area

5. Evaluasi Saluran Drainase

- 1) Menghitung debit saluran dengan persamaan kontinuitas, lalu menghitung debit banjir dengan menggunakan metode rasional.
- 2) Menghitung dimensi baru saluran jika terdapat saluran yang sudah tidak memenuhi kapasitas tampungannya berdasar data hitung di poin 1).

6. Mengamati dan menganalisa penyebab genangan yang terjadi, apabila  $Q$  saluran masih lebih besar atau masih memenuhi  $Q$  banjir.

### 3.4 Bagan Alur Penelitian



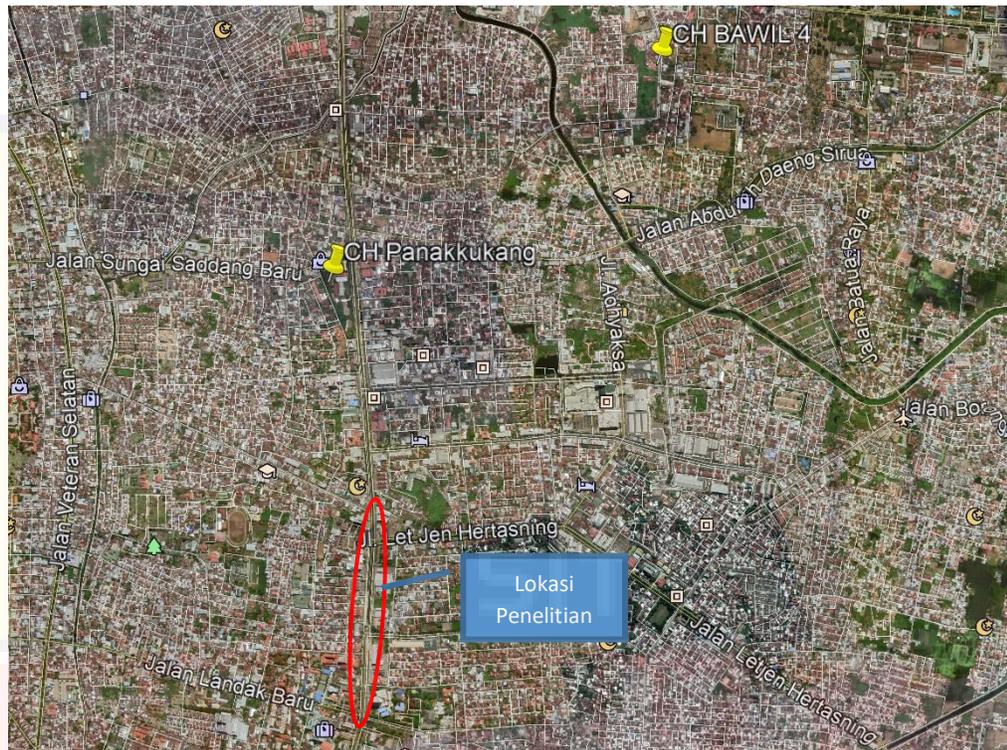
## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Hidrologi

##### 1. Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisa hidrologi untuk penelitian ini diperoleh dari Instansi Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang dan Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV yang meliputi Stasiun Panakkukang ( $05^{\circ}09'1.10''$  LS,  $119^{\circ} 26'11.2''$  BT) dan Stasiun BAWIL 4 Makassar ( $05^{\circ}08'38.8''$  LS,  $119^{\circ} 27'08.6''$  BT). Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian dalam 10 tahun terakhir pada periode 2010 sampai 2019.



Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Curah Hujan

Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan	
	Panakkukang	BAWIL 4 Makassar
2010	91	120
2011	90	154
2012	115	114
2013	193	172
2014	135	127
2015	139	160
2016	142	224
2017	178	166
2018	145	132
2019	125	122

## 2. Analisis Curah Hujan Area

Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan (catchment area) tersebut, yaitu dengan menganalisis data curah hujan maksimum yang didapat dari 2 stasiun hujan tadi. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode Aljabar.

Tabel 4.2 Curah Hujan Rata-Rata dengan Metode Aljabar

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan		Rata-Rata Hujan Max
	Panakkukang	BAWIL 4 Makassar	
2010	91	120	105.50
2011	90	154	122.00
2012	115	114	114.50
2013	193	172	182.50
2014	135	127	131.00
2015	139	160	149.50
2016	142	224	183.00
2017	178	166	172.00
2018	145	132	138.50
2019	125	122	123.50
Jumlah			1422.00
Rh rata-rata (X)			142.20

Sumber: analisa perhitungan

### 3. Analisa Frekuensi Hujan Rencana

Analisa frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Penetapan Seri data curah hujan harian maksimum Stasiun Panakkukang dan Stasiun BAWIL 4 yang akan digunakan dalam analisa frekuensi diperoleh dengan metode rata-rata aritmatik (aljabar). Dengan menggunakan Persamaan II.1 sampai dengan Persamaan II.5, dapat ditentukan distribusi frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	Rh (Xi)	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>	(Xi - X) <sup>3</sup>	(Xi - X) <sup>4</sup>
1	2010	105.50	-36.70	1346.89	-49430.86	1814112.67
2	2011	122.00	-20.20	408.04	-8242.41	166496.64
3	2012	114.50	-27.70	767.29	-21253.93	588733.94
4	2013	182.50	40.30	1624.09	65450.83	2637668.33
5	2014	131.00	-11.20	125.44	-1404.93	15735.19
6	2015	149.50	7.30	53.29	389.02	2839.82
7	2016	183.00	40.80	1664.64	67917.31	2771026.33
8	2017	172.00	29.80	888.04	26463.59	788615.04
9	2018	138.50	-3.70	13.69	-50.65	187.42
10	2019	123.50	-18.70	349.69	-6539.20	122283.10
Jumlah		1422	0.00	7241.10	73298.76	8907698.49
Rata-rata (X)		142.2				

Sumber: analisa perhitungan

Parameter statistik data curah hujan perlu diperhitungkan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data. Dari perhitungan distribusi frekuensi data curah hujan diatas, selanjutnya dilakukan analisa parameter statistik dengan menentukan simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, koefisien skewness (kemencengan) dan koefisien kurtosis. Hasil analisa parameter statistik adalah sebagai berikut:

- 1). Standar deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{7241.10}{10 - 1}} = 28.36$$

- 2). Koefisien keragaman/variasi

$$Cv = \frac{S}{x_{rt}} = \frac{28.36}{142.20} = 0,20$$

- 3). Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X - X_{rt})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \times 8907698.49}{9 \times 8 \times 7 \times 28.36^4} = 2,73$$

- 4). Koefisien skewness (kemencengan)

$$Cs = \frac{nx \sum_{i=1}^n (Xi - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times 73298.76}{9 \times 8 \times 28.36^3} = 0,45$$

Dari hasil perhitungan faktor-faktor di atas maka dapat ditentukan metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana sesuai dengan ketentuan pada table berikut :

Tabel 4.4 Hasil Uji Ditribusi Statistik

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 0.45$	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	$C_k = 2.73$	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s \approx 3 C_v$	$C_s = 0.45$	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s \approx 1,14$	$C_s = 0.45$	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 5,4002$	$C_k = 2.73$	Tidak Memenuhi
4	Log Pearson III	Cs positif atau negatif, dan tidak memenuhi semua syarat diatas	$C_s = 0.45$	Memenuhi
			$C_k = 2.73$	Memenuhi

*Sumber: hasil perhitungan*

Dari hasil analisa parameter statistik diatas, maka dapat ditentukan jenis distribusi yang digunakan untuk menganalisa curah hujan rencana. Menurut persyaratan distribusi yang digunakan pada Tabel 2.2, berdasarkan hasil analisa parameter statistik, maka ditentukanlah bahwa jenis distribusi yang tepat untuk menganalisa curah hujan rencana adalah distribusi **Log Person III**.

#### 4. Analisa Jenis Sebaran Dengan Metode Log Person Tipe III

Pada penelitian ini, distribusi Metode Log Person III adalah jenis distribusi yang sesuai untuk mendapatkan curah hujan rencana. Distribusi Log Person III memiliki tiga parameter penting, yaitu harga rata rata, simpangan baku dan koefisien asimetri (skewness).

Tabel 4.5 Perhitungan distribusi dengan menggunakan metode Log Person III

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi - Log X)^2	(Log Xi - Log X)^3
1	2010	105.50	2.023	0.01489	-0.00182
2	2011	122.00	2.086	0.00347	-0.00020
3	2012	114.50	2.059	0.00748	-0.00065
4	2013	182.50	2.261	0.01345	0.00156
5	2014	131.00	2.117	0.00078	-0.00002
6	2015	149.50	2.175	0.00086	0.00003
7	2016	183.00	2.262	0.01373	0.00161
8	2017	172.00	2.236	0.00815	0.00074
9	2018	138.50	2.141	0.00001	0.00000
10	2019	123.50	2.092	0.00287	-0.00015
Jumlah			21.453	0.06570	0.00109

Sumber: hasil perhitungan

Dari tabel di atas dapat di hitung faktor-faktor uji distribusi sebagai berikut :

a. Rata-Rata

$$\log X = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{21.453}{10} = 2.145$$

b. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\log xi - \log x)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0.06570}{10 - 1}} = 0.085$$

c. Koefisien Kemencengan (Skewness)

$$C_s = \frac{n \sum(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{10 \times 0.00109}{9 \times 8 \times 0.085^3} = 0.242$$

## 5. Perhitungan Hujan Rencana dengan Berbagai Kala Ulang

Tabel 4.6 Nilai G interpolasi

Tr	G	Cs1	Cs	Cs2	G1	G2
2	-0.040	0.2	0.242	0.3	-0.033	-0.050
5	0.827	0.2	0.242	0.3	0.830	0.824
10	1.304	0.2	0.242	0.3	1.301	1.309
25	1.831	0.2	0.242	0.3	1.818	1.849
50	2.181	0.2	0.242	0.3	2.159	2.211
100	2.502	0.2	0.242	0.3	2.472	2.544

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 4.7 Perhitungan Hujan Rencana dengan berbagai Kala Ulang

Tr	Log X	G	S	Log Xt	RT (mm)
2	2.145	-0.040	0.085	2.142	138.624
5	2.145	0.827	0.085	2.216	164.426
10	2.145	1.304	0.085	2.257	180.599
25	2.145	1.831	0.085	2.302	200.315
50	2.145	2.181	0.085	2.332	214.587
100	2.145	2.502	0.085	2.359	228.595

Sumber: hasil perhitungan

Tr = Kala Ulang (tahun)

RT = Curah Hujan Rencana (mm)

## 6. Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorof

Digunakan untuk menguji apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis

Tabel 4.8 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorof untuk Log Person Tipe III

M	Xi	P(x) = M/(n+1)	P(x<)	f(t) = (Xi-Xrt)/sd	P'(x) = M/(n-1)	P'(x<)	D	
1	2	3	4 = nilai 1-3	5	6	7= nilai 1-6	8 = 4-7	
1	105.50	0.091	0.909	-1.294	0.111	0.889	0.020	
2	122.00	0.182	0.818	-0.712	0.222	0.778	0.040	
3	114.50	0.273	0.727	-0.977	0.333	0.667	0.061	
4	182.50	0.364	0.636	1.421	0.444	0.556	0.081	
5	131.00	0.455	0.545	-0.395	0.556	0.444	0.101	
6	149.50	0.545	0.455	0.257	0.667	0.333	0.121	
7	183.00	0.636	0.364	1.438	0.778	0.222	0.141	
8	172.00	0.727	0.273	1.051	0.889	0.111	0.162	
9	138.50	0.818	0.182	-0.130	1.000	0.000	0.182	
10	123.50	0.909	0.091	-0.659	1.111	-0.111	0.202	
Dmax								0.202

Sumber: hasil perhitungan

$$n = 10$$

$$X_{rt} = 142.20$$

$$Sd = 28.36$$

$$\text{Derajat Kepercayaan } (\alpha) = 5\%$$

$$D_{max} = 0.202$$

Berdasarkan Tabel 2.4. Nilai kritis  $D_0$  Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov, maka diperoleh  $D_0$  kritis = 0.410

Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa  $D_{max} < D_o$  ( $0.202 < 0.410$ ),

maka **pengujian ini dapat diterima.**

## 7. Analisa Intensitas Hujan

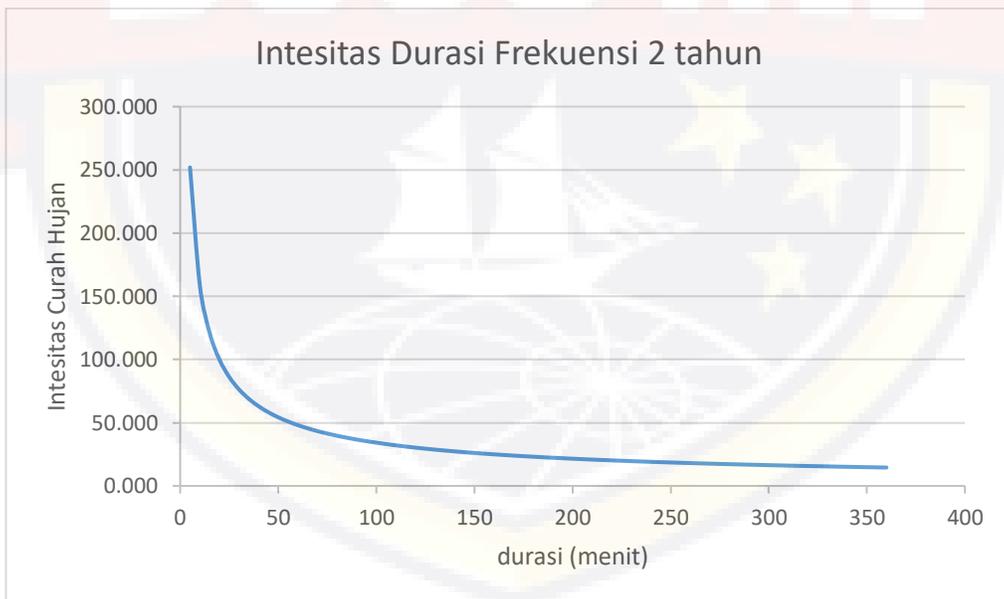
Untuk menghitung besarnya intensitas curah hujan berdasarkan pada curah hujan rencana pada Tabel 4.7, dapat dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe yang tertera pada persamaan II.18.

Adapun data perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan curah hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut.

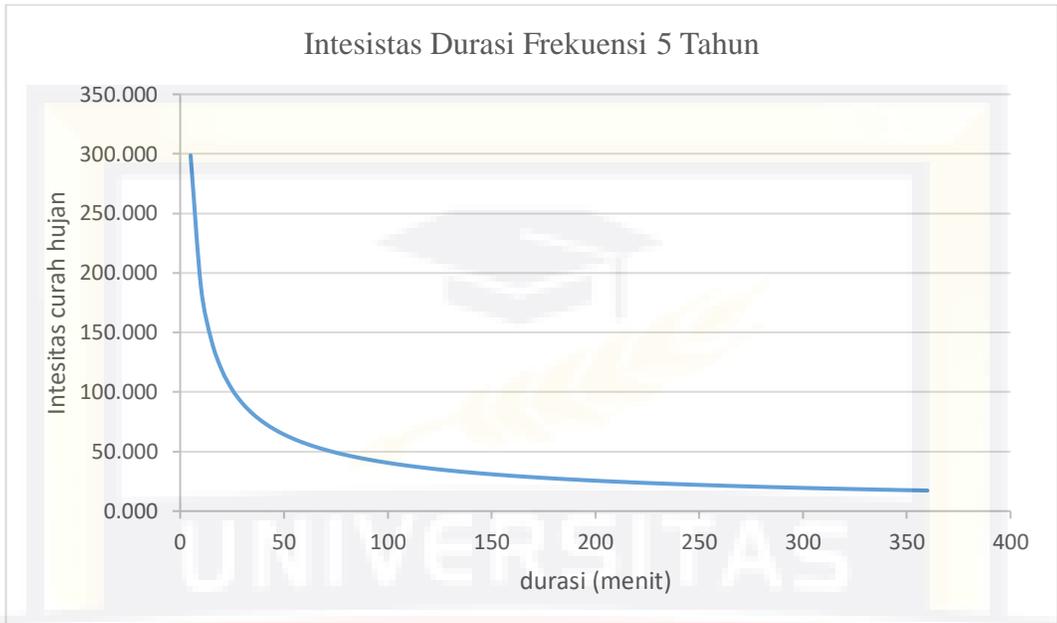
Durasi (t)	Intesitas curah Hujan (mm/jam)				
(menit)	I <sub>2</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>10</sub>	I <sub>25</sub>	I <sub>50</sub>
5	251.897	298.781	328.170	363.997	389.931
10	158.685	188.220	206.734	229.304	245.641
15	121.099	143.639	157.768	174.992	187.459
20	99.965	118.571	130.234	144.452	154.744
25	86.147	102.182	112.233	124.485	133.355
30	76.288	90.487	99.387	110.238	118.092
35	68.837	81.650	89.681	99.472	106.559
40	62.974	74.695	82.043	90.999	97.483
45	58.218	69.054	75.847	84.127	90.121
50	54.269	64.370	70.702	78.421	84.008
55	50.928	60.408	66.349	73.593	78.836
60	48.058	57.003	62.610	69.445	74.393
65	45.561	54.041	59.357	65.837	70.528
70	43.365	51.436	56.495	62.663	67.128
75	41.415	49.124	53.956	59.846	64.110
80	39.671	47.055	51.684	57.326	61.410
85	38.100	45.191	49.636	55.055	58.978
90	36.675	43.502	47.780	52.997	56.773

95	35.377	41.961	46.089	51.121	54.763
100	34.188	40.551	44.540	49.402	52.922
105	33.094	39.253	43.114	47.821	51.228
110	32.083	38.054	41.798	46.361	49.664
115	31.146	36.943	40.577	45.007	48.214
120	30.275	35.910	39.442	43.748	46.865
125	29.462	34.946	38.383	42.573	45.607
130	28.702	34.044	37.392	41.475	44.430
135	27.989	33.198	36.463	40.444	43.326
140	27.318	32.403	35.590	39.475	42.288
145	26.686	31.653	34.767	38.563	41.310
150	26.090	30.946	33.990	37.701	40.387
155	25.526	30.277	33.255	36.886	39.514
160	24.991	29.643	32.559	36.113	38.686
165	24.484	29.041	31.897	35.380	37.901
170	24.001	28.469	31.269	34.683	37.154
175	23.542	27.924	30.670	34.019	36.443
180	23.104	27.404	30.100	33.386	35.765
185	22.686	26.908	29.555	32.782	35.117
190	22.286	26.434	29.034	32.204	34.498
195	21.903	25.980	28.536	31.651	33.906
200	21.537	25.545	28.058	31.121	33.339
205	21.185	25.128	27.600	30.613	32.794
210	20.848	24.728	27.160	30.125	32.272
215	20.523	24.343	26.737	29.656	31.769
220	20.211	23.973	26.331	29.205	31.286
225	19.910	23.616	25.939	28.771	30.821
230	19.621	23.273	25.562	28.353	30.373
235	19.342	22.941	25.198	27.949	29.940
240	19.072	22.622	24.847	27.559	29.523
245	18.812	22.313	24.508	27.183	29.120
250	18.560	22.014	24.180	26.820	28.730
255	18.316	21.726	23.863	26.468	28.354
260	18.081	21.446	23.556	26.127	27.989
265	17.853	21.176	23.258	25.798	27.636
270	17.632	20.913	22.970	25.478	27.293
275	17.417	20.659	22.691	25.168	26.962

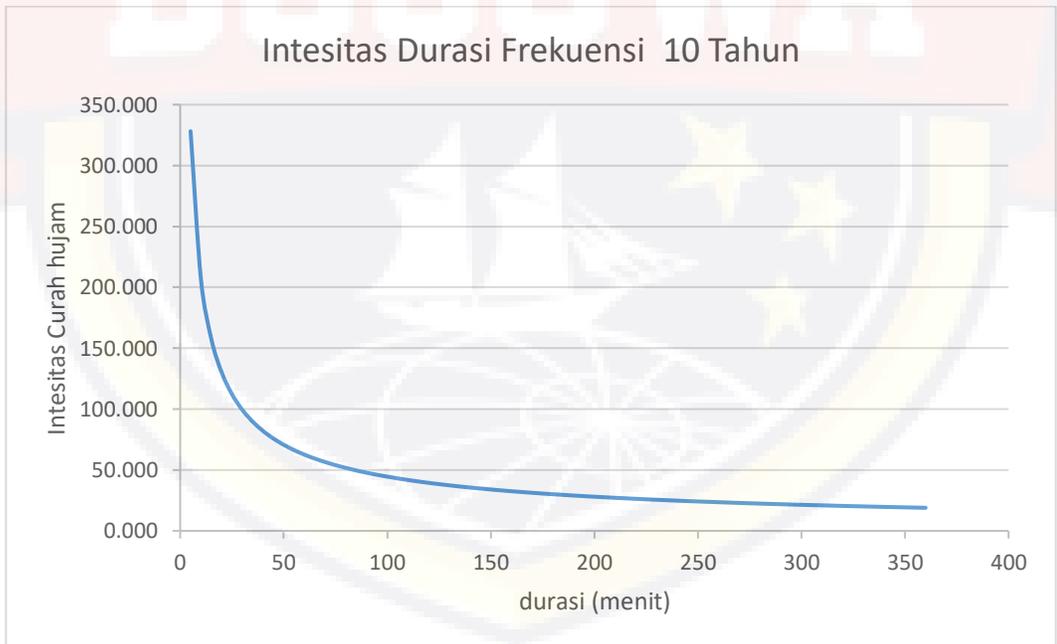
280	17.209	20.412	22.420	24.868	26.640
285	17.007	20.173	22.157	24.576	26.327
290	16.811	19.940	21.902	24.293	26.024
295	16.621	19.714	21.654	24.018	25.729
300	16.436	19.495	21.412	23.750	25.442
305	16.256	19.281	21.178	23.490	25.163
310	16.080	19.073	20.949	23.236	24.892
315	15.910	18.871	20.727	22.990	24.628
320	15.744	18.674	20.511	22.750	24.371
325	15.582	18.482	20.300	22.516	24.120
330	15.424	18.295	20.094	22.288	23.876
335	15.270	18.112	19.894	22.066	23.638
340	15.120	17.934	19.698	21.849	23.405
345	14.973	17.760	19.507	21.637	23.179
350	14.831	17.591	19.321	21.431	22.957
355	14.691	17.425	19.139	21.229	22.741
360	14.555	17.264	18.962	21.032	22.530



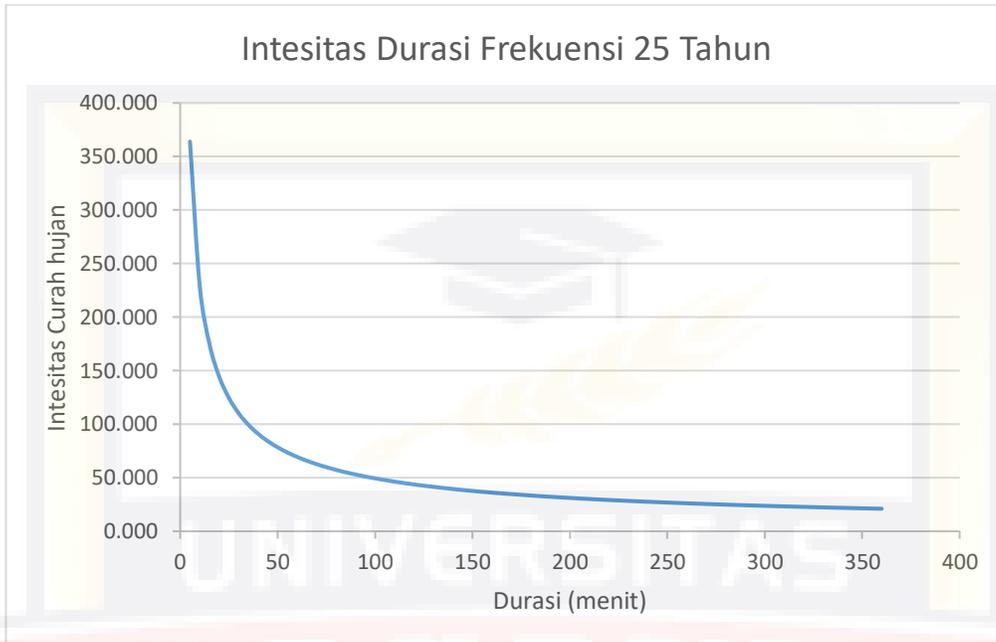
Gambar 4.2 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 2 Tahun



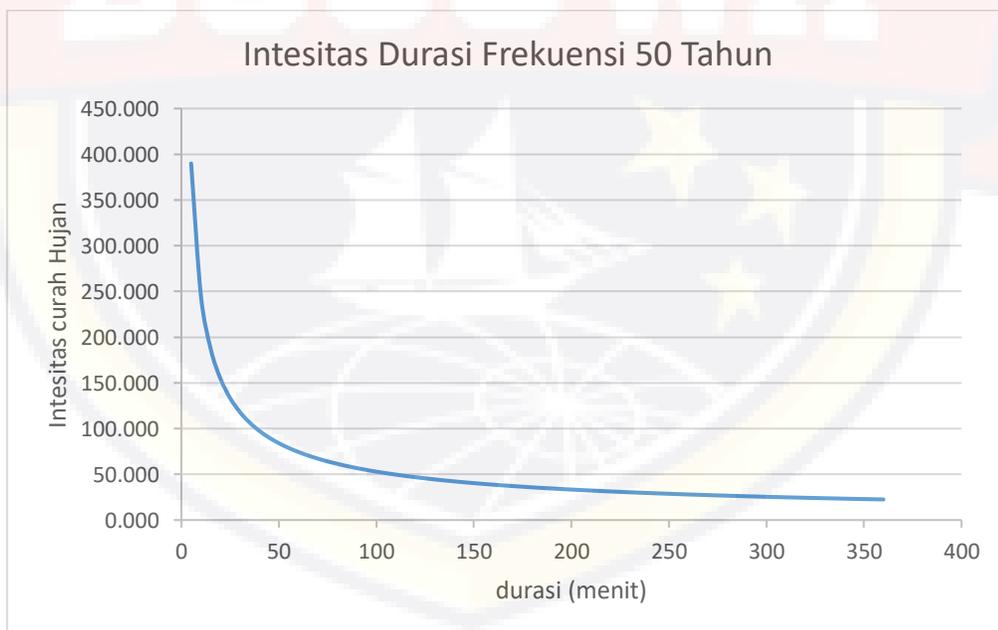
Gambar 4.3 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 5 Tahun



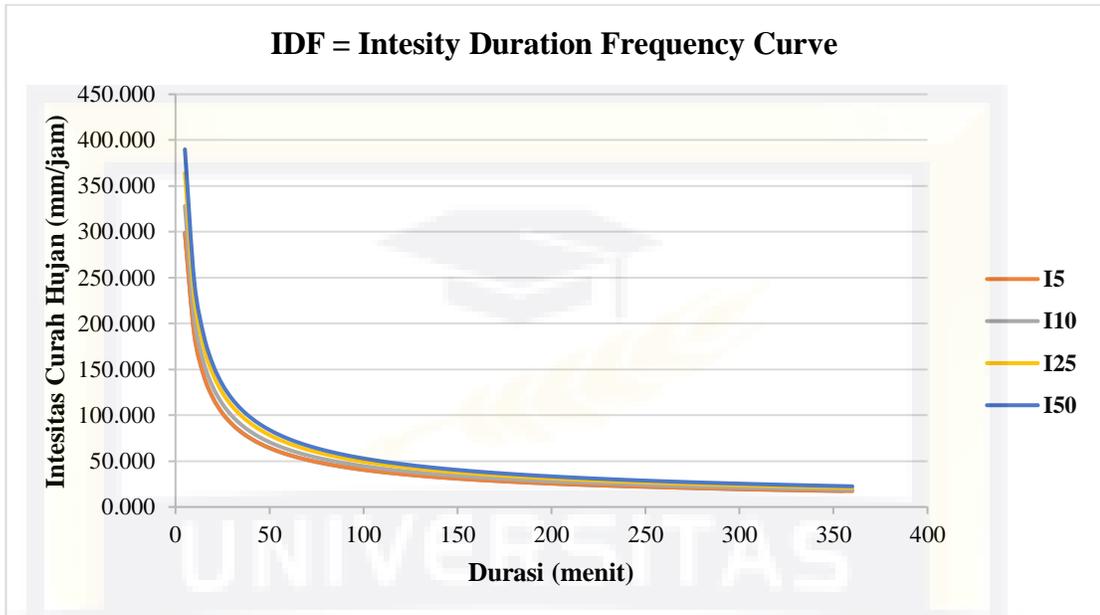
Gambar 4.4 Grafik Intensitas Curah Hujan Periode 10 Tahun



Gambar 4.5 Grafik Intesitas Curah Hujan Periode 25 Tahun

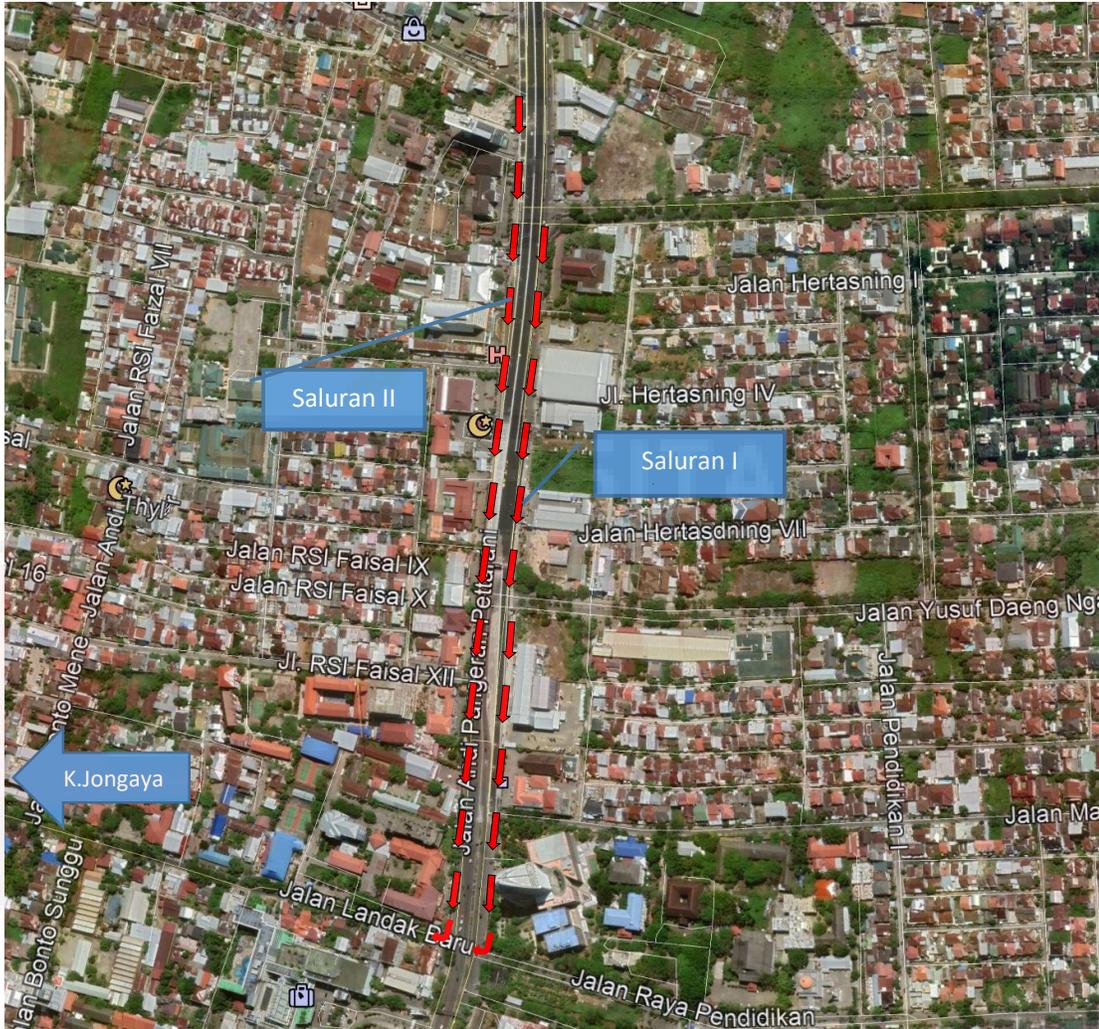


Gambar 4.6 Grafik Intesitas Curah Hujan Periode 50 Tahun



Gambar 4.7 Grafik Gabungan Intensitas Curah Hujan

## 4.2 Perhitungan Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )



Gambar 4.8 Saluran yang akan ditinjau beserta arah alirannya

Tabel 4.10 Data Elevasi dan Panjang saluran

No. saluran	Elevasi Hulu (mdpl)	Elevasi Hilir (mdpl)	Panjang (m)	Panjang (km)
I	16.887	16.835	790	0.79
II	17.026	16.835	940	0.94

Sumber : Google earth

1) Hitung kemiringan rata-rata saluran (S)

$$S I = \frac{\Delta H}{0.9 \times L} = \frac{16.887 - 16.835}{0.9 \times 790} = 0.000073$$

$$S II = \frac{\Delta H}{0.9 \times L} = \frac{17.026 - 16.835}{0.9 \times 940} = 0.000225$$

2) Hitung waktu konsentrasi ( $t_c$ )

$$t_{cI} = \left( \frac{0.87}{1000} \times \frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \left( \frac{0.87}{1000} \times \frac{0.6241}{0.000073} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 2.164 \text{ jam}$$

Tabel 4.11 Intensitas Hujan Untuk Saluran I

Periode Ulang	R (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
T <sub>2</sub>	138.624	2.164	28.728
T <sub>5</sub>	164.426	2.164	34.075
T <sub>10</sub>	180.599	2.164	37.427
T <sub>25</sub>	200.315	2.164	41.513

$$t_c \text{ II} = \left( \frac{0.87}{1000} \times \frac{L^2}{S} \right)^{0.385}$$

$$t_c = \frac{0.87}{1000} \times \frac{0.8836}{0.00022577}$$

$$t_c = 1.603 \text{ jam}$$

Tabel 4.12 Intensitas Hujan Untuk Saluran II

Periode Ulang	R (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
T <sub>2</sub>	138.624	1.603	35.091
T <sub>5</sub>	164.426	1.603	41.622
T <sub>10</sub>	180.599	1.603	45.716
T <sub>25</sub>	200.315	1.603	50.707

### 4.3 Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*)



Gambar 4.9 Daerah Tangkapan Air masing-masing saluran

Tabel 4.13 Luas tiap Daerah Tangkapan Air

No. Sub catchment	Luas (m <sup>2</sup> )	Luas (Ha)
I	396584	39.66
II	159658	13.86
<b>Total</b>	<b>556,242</b>	<b>53.52</b>

Sumber : Google earth

#### 4.4 Analisa Debit Banjir

##### 1) Saluran I

Tabel 4.14 Jenis Tata Guna Lahan Catchment Area Saluran I

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Nilai C	A . C
1	Kompleks Perumahan	237950.40	0.40	95180.16
2	Aspal dan beton	99146.00	0.70	69402.20
3	Taman	59487.60	0.20	11897.52
Jumlah		396584		0.4450

sehingga :

$$C = \frac{(237950 \times 0.40) + (99146 \times 0.70) + (59488 \times 0.20)}{396584}$$

$$= 0.445$$

$$\begin{aligned} Q_H &= 0.002778 \times C \times I \times A \\ &= 0.002778 \times 0.445 \times 28.728 \times 39.66 \\ &= 1.408 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Perhitungan Debit Hujan untuk Saluran I

Periode Ulang	I (mm/jam)	C	A (m <sup>2</sup> )	Q <sub>H</sub> (m <sup>3</sup> /det)
T <sub>2</sub>	28.728	0.445	396584	1.40842
T <sub>5</sub>	34.075	0.445	396584	1.67056
T <sub>10</sub>	37.427	0.445	396584	1.83488
T <sub>25</sub>	41.513	0.445	396584	2.03520

Sumber : Hasil Perhitungan

## 2) Saluran II

Tabel 4.16 Jenis Tata Guna Lahan Catchment Area Saluran II

No	Jenis Tata Guna Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )	Nilai C	A . C
1	Kompleks Perumahan	95794.8	0.40	38317.92
2	Aspal dan beton	31931.6	0.70	22352.12
3	Taman	31931.6	0.20	6386.32
Jumlah		159658		0.4200

sehingga :

$$C = \frac{(95794.8 \times 0.40) + (31931.6 \times 0.70) + (31931.6 \times 0.20)}{159658}$$
$$= 0.42$$

$$Q_H = 0.002778 \times C \times I \times A$$
$$= 0.002778 \times 0.42 \times 35.091 \times 15.97$$
$$= 0.654 \text{ m}^3/\text{det}$$

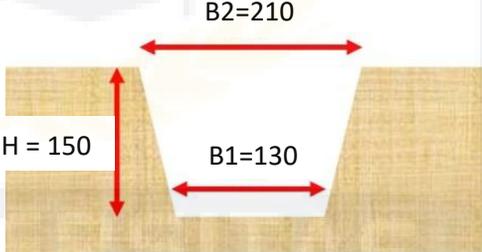
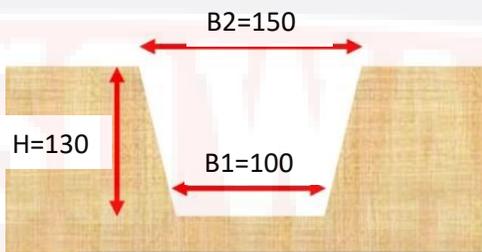
Tabel 4.17 Perhitungan Debit Hujan untuk Saluran II

Periode Ulang	I (mm/jam)	C	A (m <sup>2</sup> )	Q <sub>H</sub> (m <sup>3</sup> /det)
T <sub>2</sub>	35.091	0.42	159658	0.65368
T <sub>5</sub>	41.622	0.42	159658	0.77535
T <sub>10</sub>	45.716	0.42	159658	0.85161
T <sub>25</sub>	50.707	0.42	159658	0.94458

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.5 Analisa Debit Saluran Eksisting

Tabel 4.18 Dimensi Saluran Eksisting

No. saluran	Bentuk	Panjang (m)	Ukuran (cm)	Posisi pengukuran
I	Trapesium	790		Depan UNM
II	Trapesium	940		Depan LPMP

Sumber : Hasil Pengukuran

Debit saluran adalah kapasitas saluran yang dapat ditampung oleh saluran eksisting. Untuk merencanakan dimensi saluran yang baru, perlu dicari tahu sebelumnya kapasitas penampang saluran eksisting. Dengan dimensi saluran yang sudah diketahui, maka dapat ditentukan kapasitasnya dengan menggunakan Persamaan Kontinuitas berikut.

Perhitungan **saluran I** sebagai berikut :

1. Luas Penampang

$$A = (B1 + mH) H = (1.3 + 0.267 \times 1.5) 1.5 = 2.551 \text{ m}^2$$

2. Keliling Penampang

$$P = B1 + 2H (m^2 + 1)^{0.5} = 1.3 + 2 (1.5) \times (0.267^2 + 1)^{0.5} = 4.405 \text{ m}$$

3. Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2.551}{4.405} = 0.579 \text{ m}$$

4. Kecepatan Aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0.013} \times 0.579^{\frac{2}{3}} \times 0.000073^{\frac{1}{2}} = 0.457 \text{ m/s}$$

5. Debit Saluran

$$Q = V \times A = 0.457 \times 2.551 = 1.165 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan **Saluran II** :

1. Luas Penampang (A) = 1.624 m<sup>2</sup>

2. Keliling Penampang (P) = 3.647 m

3. Jari-jari Hidrolis (R) = 0.445 m

4. Kecepatan Aliran (V) = 0.673 m/s

5. Debit Saluran Q = 1.093 m<sup>3</sup>/s

Tabel 4.19 Kapasitas Penampang Saluran dan Debit Banjir

No. Saluran	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q saluran	Q banjir	Keterangan
I	2.551	4.405	0.579	0.457	1.165	1.40842	Tidak memenuhi
II	1.624	3.647	0.445	0.673	1.093	0.65368	memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.6 Menentukan Dimensi Baru Saluran

Kapasitas penampang yang telah diketahui dapat menjadi Analisa terhadap kemampuan saluran menampung debit banjir. Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung lebih besar atau sama dengan debit banjir yang diakibatkan oleh hujan rencana. Dengan debit dan kecepatan pada **Saluran I** yang sudah diketahui diatas, maka dapat ditentukan dimensi baru dengan menggunakan Persamaan Kontinuitas.

Diketahui data Saluran I :

$$Q = 1.408 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.457 \text{ m/s}$$

Kemiringan tebing dipertahankan 1 : 0,267

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{1.408}{0.457} = 3.082 \text{ m}^2$$

$$A = (B1 + mH) H$$

$$3.082 \text{ m}^2 = (B1 + 0.267H)H$$

$$(B1 + 0.267H)H = 3.082 \text{ m}^2 \quad (1)$$

Selanjutnya memasukkan ke persamaan :

$$B1 + 2mH = 2H \sqrt{m^2 + 1}$$

$$B1 + 2 \times 0.267 \times H = 2H \sqrt{0.267^2 + 1}$$

$$B1 + 0.534H = 2.070H$$

$$B1 = 2.070H - 0.534H$$

$$B1 = 1.536 H \quad (2)$$

Substitusi persamaan (2) ke persamaan (1)

$$(B1 + 0.267H)H = 3.082 \text{ m}^2$$

$$(1.536H + 0.267H)H = 3.082 \text{ m}^2$$

$$1.803 H^2 = 3.082 \text{ m}^2$$

$$H^2 = \frac{3.082}{1.803}$$

$$H = \sqrt{1.709}$$

$$H = 1.307 \text{ m}$$

Substitusi ke persamaan (2)

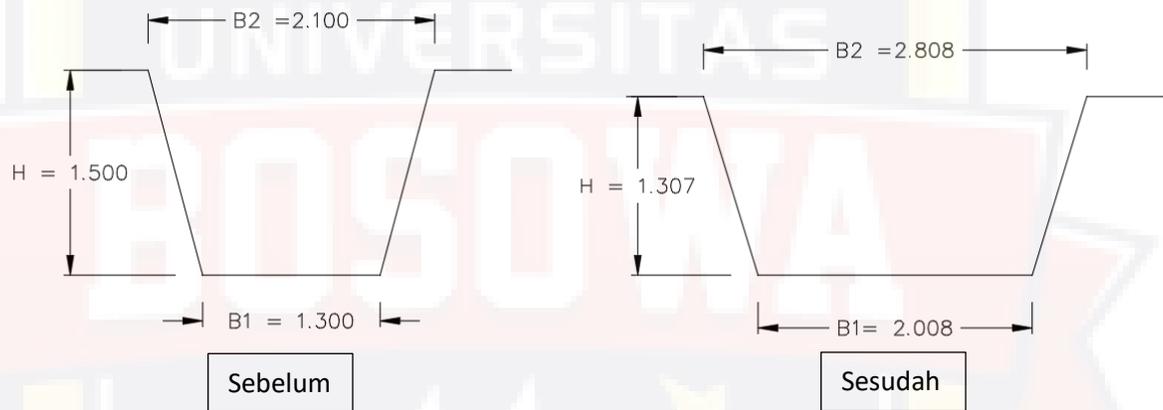
$$B1 = 1.536H$$

$$B = 1.536 \times 1.307$$

$$B = 2.008 \text{ m}$$

Maka, didapatkan dimensi baru saluran I yaitu

**B1 (lebar bawah saluran) = 2.008 m, dan h (tinggi saluran) = 1.307 m**



Gambar 4.10 perbandingan dimensi penampang saluran I sebelum dan sesudah evaluasi

#### 4.7 Perhitungan Debit Saluran I dengan Dimensi Baru

Diketahui :

B1 : 2.008 m

H : 1.307 m,

Kemiringan tebing 1 : 0,267

1. Luas Penampang

$$A = (B1 + mH) H = (2.008 + 0.267 \times 1.307) 1.307 = 3.081 \text{ m}^2$$

2. Keliling Penampang

$$P = B1 + 2H (m^2 + 1)^{0.5} = 2.008 + 2 (1.307) \times (0.267^2 + 1)^{0.5} = 4.714 \text{ m}$$

3. Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3.081}{4.714} = 0.654 \text{ m}$$

4. Kecepatan Aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0.013} \times 0.654^{\frac{2}{3}} \times 0.000073^{\frac{1}{2}} = 0.495 \text{ m/s}$$

5. Debit Saluran

$$Q = V \times A = 0.495 \times 3.081 = 1.525 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 4.20 Perbandingan Debit Saluran Sebelum dan Sesudah Evaluasi

Status	No. Saluran	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q saluran	Q banjir	Keterangan
Sebelum	I	2.551	4.405	0.579	0.457	1.165	1.40842	Tidak memenuhi
Sesudah	I	3.081	4.714	0.654	0.495	1.525	1.40842	memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.8 Survey Penyebab Genangan

##### 1. Lokasi yang terjadi genangan

Drainase yang ditinjau sebelumnya berada pada zona B. Namun, Zona A juga dimasukkan karena terdapat pengaruh dari zona tersebut yang menyebabkan genangan di zona B. Selanjutnya akan dijelaskan lebih detail berdasar tinjauan lapangan.



Gambar 4.11 Pembagian zona pengamatan penyebab genangan

## 2. Analisa Penyebab Genangan Zona A (Jl. Yusuf Dg Ngawi)

### 1) Survey Arah Aliran



Gambar 4.12 Arah Aliran Zona A

- 2) Pada **Lingkaran kuning** diatas (poin 1), terdapat pembagian arah aliran yang tersumbat salurannya dikarenakan sampah, tumbuhan dan sedimen, sehingga bila terjadi hujan 5-6 jam, air meluap ke permukaan jalan mencapai genangan 15 cm.



Gambar 4.13 Detail titik penyumbatan saluran Zona A

3) Sepanjang Zona A, jalan sepanjang 4,7 km dari Pettarani, hanya terdapat 4 inlet yang bisa mengalirkan air permukaan ke saluran drainase. Yakni 2 di depan Rujab Wagub Sulawesi Selatan, 1 inlet buatan di saluran kanan jalan Yusuf Dg Ngawi depan Rumah Sakit Luramay, 1 inlet buatan di saluran kiri depan SD Inpres Unggulan BTN PEMDA. Padahal sebagian besar Kondisi Jalan sepanjang Zona A (Jl. Yusuf Dg Ngawi) tertutup jalan aspal maupun beton. Hal ini menyebabkan air permukaan hasil dari permasalahan di poin 2) diatas bergabung dengan penyebab genangan pada poin 3) dan mengalir menuju jalan pettarani melalui limpasan permukaan.



Gambar 4.14 Letak Inlet pada Zona A

Berikut Kondisi Jalan di Zona A yang sering terjadi genangan akibat minimnya penyediaan inlet (Gambar 4.15) :



4) Masalah pendangkalan saluran akibat sedimen.

Dilakukan pengukuran tinggi sedimen secara sederhana di beberapa titik saluran di Zona A (Gambar 4.16)



Tabel 4.21 Hasil Pengukuran sederhana tinggi sedimen beberapa titik di

Zona A

Titik	Tinggi saluran (cm)	Tinggi Air diatas sedimen (cm)	Tinggi sedimen (cm)
a	140	25	59
b	140	40	42
c	110	34	40
d	110	36	39

Sumber : hasil pengukuran

5) Penumpukan sampah di beberapa titik (Gambar 4.17)



### 3. Analisa Penyebab Genangan zona B

- 1) Survey arah aliran. Berdasarkan pengamatan arah aliran, air di zona B akan berkumpul di saluran depan UNM kemudian mengalir melalui saluran crossing menuju saluran di jalan landak ke Kanal Jongaya



Gambar 4.18 Survey Arah Aliran Zona B

- 2) Terjadi Penyumbatan aliran akibat kabel Telkom dan sampah serta sedimen sehingga aliran air melambat dan dapat berhenti (pada lingkaran kuning), sehingga meluap saat terjadi hujan bahkan mengakibatkan arah aliran air pada saluran berubah. Padahal disini adalah tempat berkumpulnya air untuk diteruskan ke kanal Jongaya.



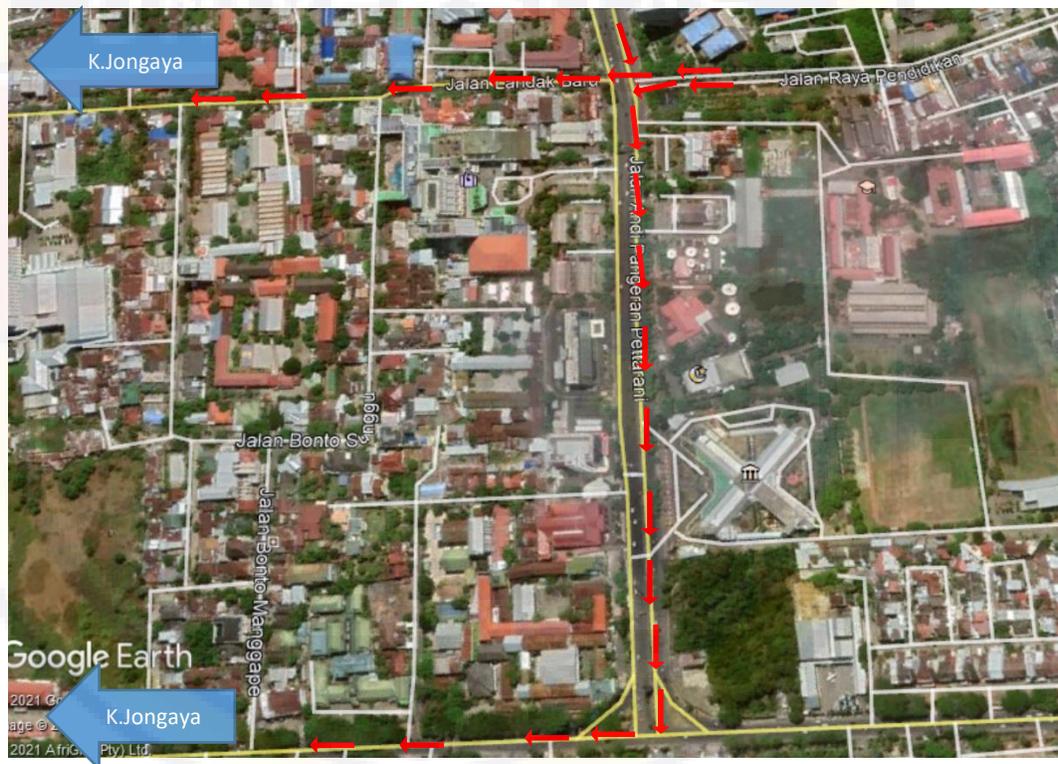
Gambar 4.19 Lokasi terjadinya penyumbatan akibat kabel telkom, sedimen, dan sampah

Detail :



Gambar 4.20 Detail Lokasi terjadinya penyumbatan akibat kabel telkom, sedimen, dan sampah

Selain karena kabel telkom, genangan pada titik diatas juga terjadi karena adanya pertemuan 3 saluran yang menuju ke saluran retensi jalan landak yaitu saluran dari arah Pettarani, dari arah Jl. Pendidikan, dan Dari Arah Alauddin (pada titik kuning gambar diatas). Dapat dilakukan rekayasa arah aliran yaitu saluran kiri dari arah Jl. Pendidikan dapat seluruhnya mengalir kearah saluran alauddin menuju ke Kanal Jongaya seperti berikut :



Gambar 4.21 Rekomendasi Perubahan Arah Aliran

3) Masalah pendangkalan saluran akibat sedimen.

Dilakukan pengukuran tinggi sedimen secara sederhana di beberapa titik saluran di Zona B berikut (Gambar 4.22)



Tabel 4.22 Hasil Pengukuran sederhana tinggi sedimen beberapa titik

di Zona B

Titik	Tinggi saluran (cm)	Tinggi Air diatas sedimen (cm)	Tinggi sedimen (cm)	Keterangan
a	90	10	23	Jl. Pendidikan
b	140	30	39	Jl. Landak Baru
c	130	20	30	Depan LPPM
d	90	0	40	Samping RS Faisal
e	130	30	50	Depan RS Paramount
f	130	20	30	Depan KFC
g	150	20	60	Depan UNM

Sumber : hasil pengukuran

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Dari 2 saluran yang ditinjau (kiri dan kanan sesuai lokasi penelitian). Saluran I yaitu saluran yang mulai dari depan Jl. Hertasing sampai Depan Jl. Pendidikan, tidak mampu lagi menampung debit banjir yang ada. Sementara untuk Saluran II mulai dari depan Jl. Rappocini sampai Depan Jl. Landak Baru masih memenuhi kapasitasnya untuk menampung debit banjir.
2. Dengan didapatkannya debit saluran yang lebih kecil dibanding debit banjir pada saluran I, maka diperoleh dimensi baru saluran dengan lebar bawah = 2.008 m dan tinggi = 1.307 m, dengan hasil perhitungan debit saluran lebih besar dari debit banjir menggunakan dimensi baru tersebut.
3. Setelah analisa penyebab genangan dengan melakukan analisa kapasitas drainase dan peninjauan langsung di lapangan, solusi yang dapat dilakukan yaitu :
  - a. Kapasitas saluran drainase yang sudah tidak memenuhi dapat di tindaklanjuti.
  - b. Perlu adanya normalisasi drainase utamanya disepanjang saluran yang areanya mengalami genangan parah saat musim hujan.

- c. Adanya pembersihan secara berkala sedimen maupun sampah oleh pemerintah maupun masyarakat.
- d. Perlu peninjauan terhadap penempatan kabel telkom yang mengurangi kapasitas fungsi drainase.
- e. Dapat dilakukan rekayasa atau perubahan arah aliran pada saluran yang menuju jalan landak (seperti penjelasan pada BAB IV bagian penyebab genangan Gambar 4.21)
- f. Perlu adanya pengawasan terhadap bangunan yang tidak bertanggungjawab terhadap penyediaan inlet saat membangun bangunan, maupun adanya penutupan inlet saat merenovasi bangunannya.

## 5.2 Saran

1. Sebaiknya dapat menemukan data dimensi saluran dari suatu instansi agar menambah referensi dalam analisa perhitungan mengingat hanya beberapa titik di lapangan yang bisa dilakukan pengukuran.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan aplikasi untuk perhitungan debit banjir dan debit saluran sebagai pembanding atas analisa atau perhitungan manual.
3. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menambahkan evaluasi saluran drainase pada jalan landak yang mengarah ke Kanal Jongaya

4. Untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik memperhitungkan air limbah yang masuk ke saluran drainase.



## DAFTAR PUSTAKA

- Fairizi, Dimitri. 2015. *Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol 3 : 755-765.
- Juleha., Rismalinda., Rahmi, A. 2016. Analisis Metode Intensitas Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air di Sungai Rokan, Jurnal UPP-2016
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan.
- Kodoatie, Robert J., Sugiyanto. 2002. Banjir, Beberapa Penyebabnya dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Krisnayanti, Denik S, Elia Hunggurami, dan Kristina N. Dhima. 2017. *Perencanaan Drainase Kota Seba*. Jurnal Teknik Sipil. Vol VI, No. 1.
- Nugraha. (2009). *Metode Intensitas Curah Hujan*. [Online]. Tersedia : <https://mtnugraha.wordpress.com/2009/04/02/metode-intensitas-curah-hujan/> (diakses tanggal 11 Februari 2021)
- Nugraha. (2009). *Distribusi Frekuensi Perencanaan Saluran Drainase*. [Online]. Tersedia : <https://mtnugraha.wordpress.com/2009/07/05/distribusi-frekuensi-perencanaan-saluran-drainase-bag-iii/>. (diakses tanggal 11 Februari 2016)

Suripin. 2004. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.

Penerbit : Andi.

Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidrolika II*. Yogyakarta. Penerbit : Beta  
Offset. Cetakan Ke-9, 2013.





**LAMPIRAN – LAMPIRAN**

**BOSOWA**



Makassar, 20 April 2021

No : 042 /JS-FT/UNIBOS/IV/2021  
Lampiran : -  
Perihal : Permohonan Permintaan Data Keperluan Penelitian

Yth.

Kepala Satuan Kerja Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional  
Sulawesi Selatan

Di

Tempat

Dengan Hormat,

Kami dari Universitas Bosowa Makassar, dengan ini mengajukan permohonan kepada Bapak/Ibu untuk dapat kiranya menerima Mahasiswa/Mahasiswi kami berikut ini :

Nama : Irli Safitri Irman  
Nim : 45 170 411 26s  
Program Studi : Teknik Sipil / S1

Untuk meminta data-data yang diperlukan terkait Penelitian Skripsi mengenai saluran drainase A.P Pettarani Makassar. Adapun data-data yang diperlukan berupa :

- Dimensi saluran, lebar jalan dan lebar bahu jalan
- Arah Aliran

Pengambilan data-data Penelitian skripsi tersebut disesuaikan dengan jadwal yang ditentukan oleh instansi/perusahaan yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian Permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Ketua Jurusan  
Prodi Teknik Sipil

  
Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.  
NIDN. 001056502

**DATA CURAH HUJAN  
POS HUJAN BAWIL 4, KOTA MAKASSAR**

**KOORDINAT** : 05° 00' 57.0" LS, 119° 00' 08.0" BT  
**TINGGI** : 5 m

TAHUN	PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGST	SEP	OKT	NOV	DES
2007	CH BULANAN	651	474	307	124	49	209	7	2	0	102	234	722
	CH MAKSIMUM 24 JAM	88	81	106	20	11	92	3	1	0	66	63	117
2008	CH BULANAN	551	964	408	194	54	53	77	3	0	98	225	816
	CH MAKSIMUM 24 JAM	95	184	146	59	49	22	32	3	0	58	40	99
2009	CH BULANAN	1124	566	207	128	32	58	51	-	0	17	120	525
	CH MAKSIMUM 24 JAM	145	131	53	25	20	58	13	0	0	11	96	72
2010	CH BULANAN	1029	325	347	239	248	115	110	82	274	265	178	629
	CH MAKSIMUM 24 JAM	120	76	80	48	51	25	28	32	47	81	28	78
2011	CH BULANAN	768	595	579	353	111	7	4	-	75	74	165	800
	CH MAKSIMUM 24 JAM	99	154	101	53	60	7	4	0	75	28	34	142
2012	CH BULANAN	530	482	489	202	203	59	68	-	1	24	121	552
	CH MAKSIMUM 24 JAM	91	107	114	33	82	21	24	0	1	14	26	77
2013	CH BULANAN	1154	575	310	300	92	222	147	3	0	67	205	799
	CH MAKSIMUM 24 JAM	172	149	52	89	31	61	37	2	0	32	61	139
2014	CH BULANAN	893	282	263	263	226	109	50	6	-	-	142	630
	CH MAKSIMUM 24 JAM	113	61	63	127	49	48	27	6	0	0	41	115
2015	CH BULANAN	1015	364	431	239	50	95	-	-	-	2	76	624
	CH MAKSIMUM 24 JAM	95	59	104	77	44	69	0	0	0	2	36	160
2016	CH BULANAN	327	714	368	147	43	73	266	0	190	421	118	613
	CH MAKSIMUM 24 JAM	173	115	144	36	21	25	224	0	148	130	37	111

Keterangan :

Curah hujan dalam milimeter

" - " : tidak ada hujan

" 0 " : hujan tidak terukur

" X " : tidak ada data



Makassar, 20 Maret 2018  
Kepala Sub Bidang Manajemen Data

Dra. Hj. SRI MURNIATI  
NIP. 19620201 198203 2 001

**DATA CURAH HUJAN  
POS HUJAN BAWIL 4, KOTA MAKASSAR**

**KOORDINAT** : 05° 08' 38.8" LS, 119° 27' 08.6" BT  
**TINGGI** : 5 m

BULAN TAHUN	PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
2004	CH BULANAN	542	655	580	47	70	61	0	0	-	0	101	468
	CH MAKSIMUM 24 JAM	115	110	116	27	43	29	0	0	-	0	36	82
2005	CH BULANAN	543	186	160	207	23	2	40	0	-	121	225	501
	CH MAKSIMUM 24 JAM	124	28	30	51	18	2	25	0	-	63	37	238
2006	CH BULANAN	832	648	650	360	65	154	1	0	-	-	29	482
	CH MAKSIMUM 24 JAM	232	181	255	118	17	56	1	0	-	-	13	116
2017	CH BULANAN	728	421	429	193	95	175	30	70	77	86	574	1026
	CH MAKSIMUM 24 JAM	83	106	96	75	29	89	22	68	58	35	95	166
2018	CH BULANAN	753	772	617	193	73	81	39	19	1	47	184	787
	CH MAKSIMUM 24 JAM	113	108	132	56	18	16	21	19	1	23	60	109

**Keterangan:**

Curah hujan dalam milimeter (mm)

- : tidak ada hujan

0 : hujan tidak terukur (TTU)

X : data tidak tersedia



Mengetahui,  
Kepala Sub Bidang Manajemen Data

S. Murniati

## DATA CURAH HUJAN

Stasiun : **PANAKKUKANG**

Koordinat : 05°08'59,4"LS 119°26'13,9" BT

Kelurahan :

Wilayah Sungai : Jeneberang

Kecamatan : Panakkukang

Mulai berfungsi : 23 Januari 1979

Kota : Makassar

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	Harian Max (mm)
2010	91	58	63	48	46	22	26	29	50	54	32	89	91
2011	70	90	75	47	57	6	0	2	1	25	25	75	90
2012	98	99	115	55	92	39	21	0	0	22	58	104	115
2013	193	132	80	88	45	67	30	1	1	38	87	140	193
2014	113	66	51	135	45	36	29	6	0	0	25	76	135
2015	122	57	92	124	58	50	0	0	0	0	24	139	139
2016	126	125	103	36	16	19	14	0	100	142	38	110	142
2017	100	81	78	48	49	131	22	65	25	31	137	178	178
2018	103	95	145	16	25	25	0	20	0	6	53	97	145
2019	115	54	107	125	36	25							125

Sumber : BBWS Pompengan Jeneberang

DOKUMENTASI PENGUKURAN SEDERHANA TINGGI SEDIMEN



Saluran kanan Jl. Yusuf DG Ngawi



Saluran kiri Jl. Yusuf  
DG Ngawi



Jl. Pendidikan



Jl. Landak Baru



Depan LPPM



Samping RS Faisal



Depan RS Paramount

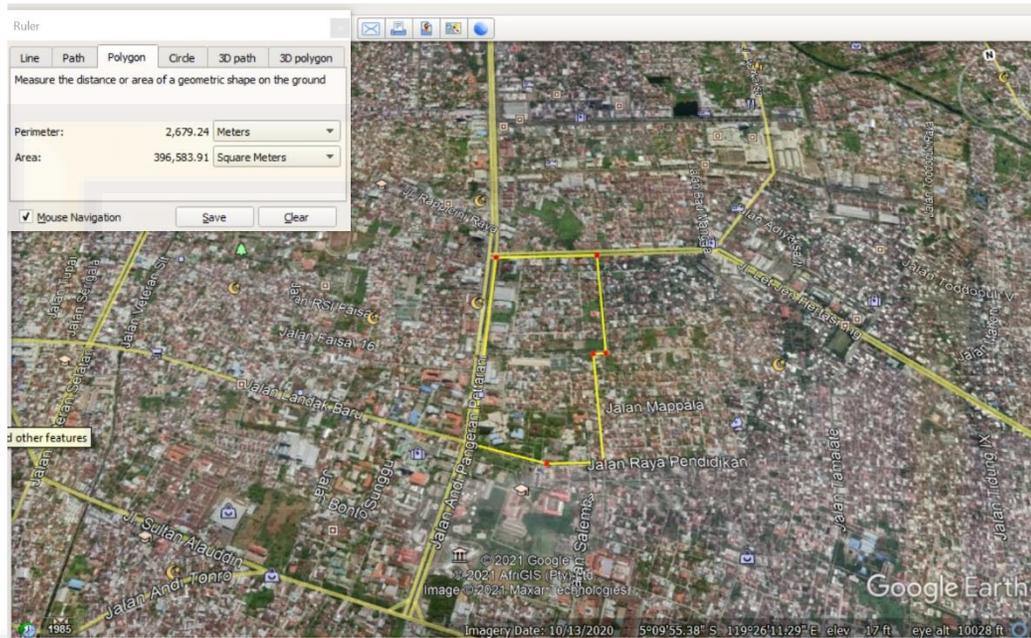


Depan KFC

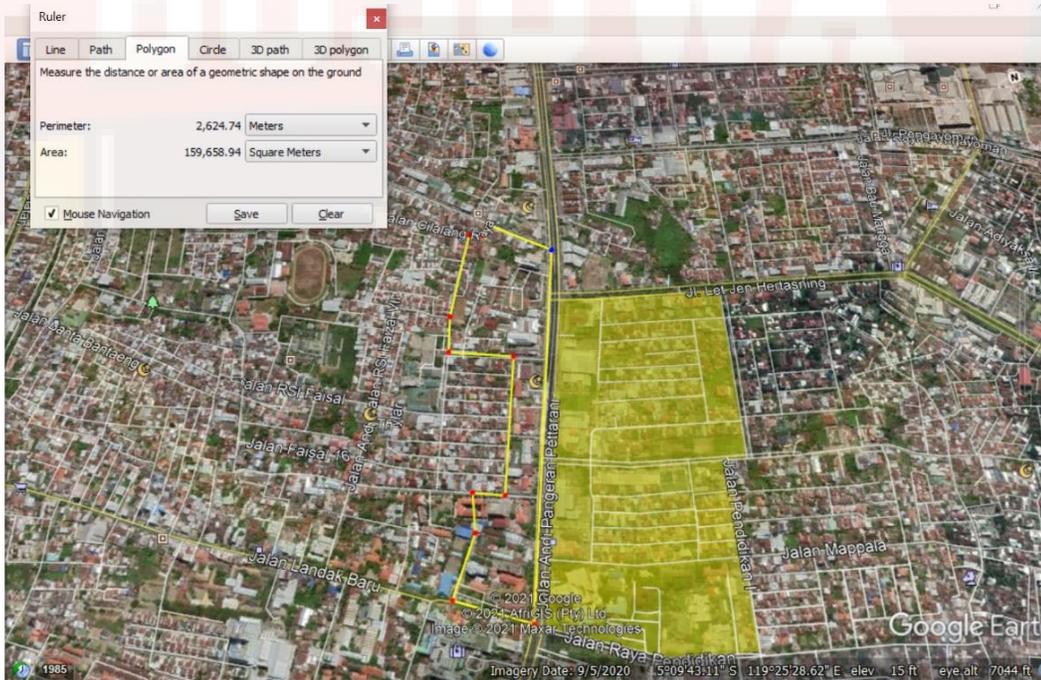


Depan UNM

## HASIL PENGUKURAN LUAS CATCHMENT AREA DENGAN GOOGLE EARTH



Luas Sub catchment I



Luas Sub catchment II