

## **TUGAS AKHIR**

# **EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN SIMOREJO, KELURAHAN SIMOMULYO, KECAMATAN SUKOMANUNGGAL, KOTA SURABAYA**



**Disusun Oleh :**

**M. GILANG RIDWANAFRIANSYAH S.**

**1431600102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

# **TUGAS AKHIR**

## **EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN SIMOREJO, KELURAHAN SIMOMULYO, KECAMATAN SUKOMANUNGGAL, KOTA SURABAYA**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (ST)  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Disusun Oleh :**

**M. GILANG RIDWANAFRIANSYAH S.**

**1431600102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2022**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Nama** : M GILANG RIDWANAFRIANSYAH SATRIYA  
**NBI** : 1431600102  
**Program Studi** : Teknik Sipil  
**Fakultas** : Teknik  
**Judul** : EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN  
PEMUKIMAN SIMOREJO, KELURAHAN  
SIMOMULYO, KECAMATAN SUKOMANUNGGAL,  
KOTA SURABAYA

Disetujui Oleh,  
Dosen Pembimbing

Faradlillah Saves, S.T., M.T.  
NPP. 20430.15.0674

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Universitas 17 Agustus 1945  
Surabaya

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes  
NPP. 20410.90.0197

Faradlillah Saves, S.T., M.T.  
NPP. 20430.15.0674

## SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Gilang Ridwanafriansyah Satriya

NBI : 1431600102

Alamat : Jl. Simorejo Timur XI/10

Telepon / HP : 081336866611

Menyatakan bahwa **“TUGAS AKHIR”** yang penulis buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Teknik Sipil – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul :

**“Evaluasi Sistem Drainase Pada Kawasan Pemukiman Simorejo, Kelurahan Simomulyo, Kecamatan Sukomanunggal, Kota Surabaya”**

Adapun hasil karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya tanpa paksaan siapapun.

Surabaya, 30 Desember 2022

Yang menyatakan,

M Gilang Ridwanafriansyah Satriya

## **SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademis Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Gilang Ridwanafriansyah Satriya  
NBI : 1431600102  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, **Hak Bebas Royalti (*Non-Exclusive Royalty-free Right*)** atas karya saya yang berjudul :

**“Evaluasi Sistem Drainase Pada Kawasan Pemukiman Simorejo, Kelurahan Simomulyo, Kecamatan Sukomanunggal, Kota Surabaya”**

Dengan **Hak Bebas Royalty Noneklusif (*Non-Exclusive Royalty-free Right*)**, badan perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalih, media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.  
Pada Tanggal : 30 Desember 2022

Surabaya, 30 Desember 2022  
Yang menyatakan,

M Gilang Ridwanafriansyah Satriya

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah S.W.T. yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada kamu, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir tentang **“EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN SIMOREJO. KELURAHAN SIMOMULYO, KECAMATAN SUKOMANUNGGAL, KOTA SURABAYA”**.

Tugas Akhir ini telah kami susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak refrensi buku, jurnal, artikel dan sumber lainnya, sehingga dapat memperlancar pembuatan Tugas Akhir ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan makalah ini.

Terlepas dari semua itu, kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka, kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki makalah ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa orang yang sangat berperan dalam penyelesaian laporan ini di antaranya :

1. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, M.M., C.M.A., C.P.A., selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Ibu Faradlillah Saves, S.T., M.T., selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universtiras 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Faradlillah Saves, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasihat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Orang Tua tercinta serta keluarga tercinta dari penulis yang selalu memberikan dukungan, doa serta support dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Kekasihku (Lintang Cahyaning Wahyu Pratiwi) yang selalu memberikan dukungan, doa dan support dalam menyelsaikan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan dalam proses belajar pada penulis.

8. Teman-teman Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan dukungan dan bantuan untuk penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih penulis ucapkan bagi semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Dengan bantuan beliau kami mendapatkan pengarahan maupun bimbingan dalam proses penyelesaian laporan ini. Akhir kata kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Surabaya, 16 September 2022  
Penulis

M Gilang Ridwanafriansyah Satriya

# EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA KAWASAN PEMUKIMAN SIMOREJO, KELURAHAN SIMOMULYO KECAMATAN SUKOMANUNGGAL, KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : M GILANG RIDWANAFRIANSYAH S  
NBI : 1431600102  
Dosen Pembimbing : Faradlillah Saves, S.T., M.T.

## ABSTRAK

Banjir adalah sebuah kejadian dimana saluran tidak dapat menampung debit air, sehingga mengakibatkan genangan. Hal ini kerap terjadi di kawasan pemukiman Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec. Sukomanunggal, Kota Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari debit banjir rencana, debit banjir eksisting dan ukuran perencanaan ulang saluran dengan menggunakan data hujan maksimal 10 tahun terakhir dari 2012 hingga 2022.

Perhitungan yang digunakan dalam mencari curah hujan maksimum menggunakan metode aritmatika. Dalam perhitungan hidrologi dilakukan dengan perbandingan antara metode Gumbel, metode Normal dan metode Log Pearson Type III yang dimana akan dikoreksi dengan metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov. Berikutnya perhitungan koefisien aliran dengan mencari kemiringan saluran dilanjutkan dengan perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan rumus Mononobe. Debit rencana disini digunakan sebagai acuan kapasitas tampung saluran dengan menggunakan metode rasional. Setelah diketahui debit rencana yakni perhitungan debit saluran eksisting menggunakan metode rasional, dalam hal ini ditunjukkan bahwa kondisi saluran benar bermasalah dan tidak mampu menampung curah hujan maksimal dalam kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Dalam hal ini dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran dengan metode *trial and error* hingga dinyatakan mampu dalam menampung debit hujan maksimal (banjir).

Berdasarkan analisa data yang dilakukan, diperoleh kesimpulan kapasitas tampung saluran Tersier 1 = 0,8 m<sup>3</sup>/detik, Tersier 2 = 0,19 m<sup>3</sup>/detik, Tersier 3 = 0,23 m<sup>3</sup>/detik, Tersier 4 = 0,14 m<sup>3</sup>/detik, Sekunder 2 = 0,24 m<sup>3</sup>/detik. Rerata debit rencana kala ulang 2 tahun = 0,0921 m<sup>3</sup>/detik, 5 tahun = 0,1109 m<sup>3</sup>/detik, 10 tahun = 0,1234 m<sup>3</sup>/detik. *Redesign* penampang yang sebelumnya 0,5x0,5x0,8 m menjadi 1,2x1x1x m.

**Kata kunci** : Banjir, drainase, saluran.



# ***EVALUATION OF DRAINAGE SYSTEM IN SIMOREJO SETTLEMENT AREA, KELURAHAN SIMOMULYO, KECAMATAN SUKOMANUNGGAL, SURABAYA CITY***

Student Name : M GILANG RIDWANAFRIANSYAH S  
NBI : 1431600102  
Supervisor : Faradlillah Saves, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

*Flood is an event where the canal cannot accommodate the discharge of water, resulting in inundation. This often happens in the residential area of Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec. Sukamanunggal, Surabaya City. This study aims to find the planned flood discharge, the existing flood discharge and the size of the channel re-planning using rainfall data for the last 10th years from 2012 to 2022.*

*Calculations used in finding the maximum rainfall using the arithmetic method. In hydrological calculations, a comparison is made between the Gumbel method, the Normal method and the Log Pearson Type III method which will be corrected by the Chi-Square method and the Smirnov-Kolmogorov method. Next, the calculation of the flow coefficient by finding the slope of the channel is followed by calculating the rain intensity using the Mononobe formula. The design discharge here is used as a reference for the channel tamping capacity using the rational method. Once the planned discharge is known, namely the calculation of the existing channel discharge using the rational method, in this case it is shown that the condition of the channel is problematic and unable to accommodate maximum rainfall in the return period of 2 years, 5 years and 10 years. In this case, a re-planning of the channel dimensions was carried out using the trial and error method until it was declared capable of accommodating the maximum rain discharge (flood).*

*Based on the data analysis carried out, it was concluded that the channel capacity of Tertiary 1 =  $0.8 \text{ m}^3/\text{second}$ , Tertiary 2 =  $0.19 \text{ m}^3/\text{second}$ , Tertiary 3 =  $0.23 \text{ m}^3/\text{second}$ , Tertiary 4 =  $0.14 \text{ m}^3/\text{second}$ , Secondary 2 =  $0.24 \text{ m}^3/\text{second}$ . The mean discharge for the planned return period is 2 years =  $0.0921 \text{ m}^3/\text{second}$ , 5 years =  $0.1109 \text{ m}^3/\text{second}$ , 10 years =  $0.1234 \text{ m}^3/\text{second}$ . Redesign the cross section from  $0.5 \times 0.5 \times 0.8 \text{ m}$  to  $1.2 \times 1 \times 1 \text{ m}$ .*

**Keyword** : *Floods, drainage, channel.*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.1.1 Referensi Penelitian .....	5
2.2 Analisis Hidrologi .....	7
2.2.1 Perhitungan Hujan Rerata Daerah .....	7
2.2.2 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Frekuensi .....	8
2.2.3 Uji Distribusi Data .....	13
2.2.4 Pemilihan Distribusi Frekuensi .....	16
2.2.5 Analisis Debit Rencana .....	16
2.3 Analisis Sistem Drainase .....	20
2.3.1 Kapasitas Saluran .....	20
2.4 Sistem Pengaliran Air .....	21
2.4.1 Jenis Pengaliran .....	21
2.4.2 Bentuk Saluran .....	23
2.4.3 Klasifikasi Saluran .....	25
2.4.4 Syarat Sistem Pengaliran .....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	33
3.1. Diagram Alir .....	33
3.2. Penjelasan Diagram Alir .....	34

<b>BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
<b>4.1 Analisis Hidrologi</b> .....	39
<b>4.1.1 Analisis Data Curah Hujan</b> .....	39
<b>4.1.2 Perhitungan Curah Hujan Daerah</b> .....	39
<b>4.1.3 Uji Kecocokan Sebaran</b> .....	45
<b>4.1.4 Kesimpulan Analisis Frekuensi</b> .....	55
<b>4.1.5 Koefisien Pengaliran</b> .....	55
<b>4.1.6 Perhitungan Analisis Konsentrasi Hujan</b> .....	59
<b>4.1.7 Perhitungan Intensitas Hujan</b> .....	61
<b>4.1.8 Perhitungan Debit Banjir Rencana</b> .....	62
<b>4.2 Analisis Hidrolika</b> .....	65
<b>4.3 Evaluasi Saluran Eksisting Terhadap Debit Banjir Rencana</b> .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	83
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	83
<b>8.1 Saran</b> .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	85
<b>LAMPIRAN</b> .....	.....

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Saluran Trapesium.....	23
Gambar 2.2 Penampang Saluran Persegi.....	24
Gambar 2.3 Pola Alamiah .....	30
Gambar 2.4 Pola Siku .....	31
Gambar 2.5 Pola Pararel.....	31
Gambar 2.6 Pola Grid Iron .....	32
Gambar 2.7 Pola Radial .....	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian. ....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Harga K Untuk Distribusi Log Pearson Type III .....	12
Tabel 2.2 Nilai Kritis Untuk Uji Chi-Kuadrat .....	14
Tabel 2.3 Nilai Kritis Do untuk Smirnov-Kolmogorov .....	16
Tabel 2.4 Standar Desain Saluran Drainase.....	19
Tabel 2.5 Harga Koefisien <i>Manning</i> (n) Untuk Berbagai Tipe.....	21
Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum .....	39
Tabel 4.2 Perhitungan Distribusi Gumbel .....	40
Tabel 4.3 Rekapitulasi Distribusi Gumbel.....	41
Tabel 4.4 Rekapitulasi Distribusi Normal .....	42
Tabel 4.5 Perhitungan Diristribusi Log Pearson Type III.....	43
Tabel 4.6 Rekapitulasi Distribusi Log Pearson Type III.....	45
Tabel 4.7 Rekapitulasi Analisis Distribusi Curah Hujan Maksimum .....	45
Tabel 4.8 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel.....	46
Tabel 4.9 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal .....	47
Tabel 4.10 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III.....	47
Tabel 4.11 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Gumbel .....	49
Tabel 4.12 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal .....	51
Tabel 4.13 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson Type III .....	53
Tabel 4.14 Kesimpulan Uji Kecocokan.....	55
Tabel 4.15 Luas Daerah Cangkupan Saluran.....	56
Tabel 4.16 Data Karakteristik Saluran.....	57
Tabel 4.17 Data Saluran .....	60
Tabel 4.18 Perhitungan $t_c$ .....	61
Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Hujan .....	62
Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Debit Rencana.....	64
Tabel 4.21 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting $Q_2$ .....	67
Tabel 4.22 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting $Q_5$ .....	68
Tabel 4.23 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting $Q_{10}$ .....	69
Tabel 4.24 Kondisi Eksisting Ukuran Saluran.....	70
Tabel 4.25 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 1.....	70
Tabel 4.26 Hasil Dimensi Saluran $Q_2$ Tahap 1 .....	71
Tabel 4.27 Hasil Dimensi Saluran $Q_5$ Tahap 1 .....	72
Tabel 4.28 Hasil Dimensi Saluran $Q_{10}$ Tahap 1.....	73
Tabel 4.29 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 2.....	74
Tabel 4.30 Hasil Dimensi Saluran $Q_2$ Tahap 2.....	75

Tabel 4.31 Hasil Dimensi Saluran Q <sub>5</sub> Tahap 2.....	76
Tabel 4.32 Hasil Dimensi Saluran Q <sub>10</sub> Tahap 2.....	77
Tabel 4.33 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 3.....	78
Tabel 4.34 Hasil Dimensi Saluran Q <sub>2</sub> Tahap 3.....	79
Tabel 4.35 Hasil Dimensi Saluran Q <sub>5</sub> Tahap 3.....	80
Tabel 4.36 Hasil Dimensi Saluran Q <sub>10</sub> Tahap 3.....	81

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas penampang saluran ( $m^2$ ).
$A$	= Konstanta.
$A_1, A_2, A_n$	= Bagian luas yang mewakili tiap titik pengamatan.
$b$	= Lebar bawah saluran.
$e$	= Bilangan alam.
$Do$	= Parameter uji Smirnov-Kolmogorov.
$E_1$	= Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1.
$G$	= Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan).
$h$	= Kedalaman saluran.
$It$	= Intensitas hujan (mm/jam).
$k$	= Karakteristik dari distribusi Log Pearson Type III.
$n$	= Angka kekasaran saluran.
$n$	= Jumlah stasiun hujan.
$N$	= Jumlah titik pengamatan.
$O_i$	= Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1.
$P(X)$	= Probabilitas.
$Q$	= Debit saluran ( $m^3/detik$ ).
$R$	= Jari-jari hidrolis saluran (m).
$\bar{R}$	= Curah hujan rata-rata.
$R_1, R_2, R_n$	= Curah hujan di tiap titik pengamatan.
$R_{24}$	= Curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm).
$R_i$	= Curah hujan di stasiun hujan ke- $i$ (mm).
$R_x$	= Curah hujan rata-rata daerah pematusan (mm).
$S$	= Kemiringan dasar saluran.
$S$	= Standar deviasi dari $Y$ .
$S_n$	= Reduced standart deviation sebagai fungsi banyaknya data $n$ .
$t$	= Lamanya hujan (jam)
$V$	= Kecepatan aliran (m/detik).
$X$	= Variabel berdistribusi eksponensial.
$X_h^2$	= Parameter uji Chi-Kuadrat.
$Y$	= Nilai logaritmik dari $X$ .
$Y_n$	= Reduced mean sebagai fungsi dari banyaknya data $n$ .
$Y_t$	= Reduced variate sebagai fungsi periode ulant $T$ .
$\bar{Y}$	= Nilai rata-rata $Y$ .

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Surabaya adalah salah satu kota besar yang dapat memacu pertumbuhan ekonomi. Sebagai dampaknya, kota tersebut akan menjadi magnet bagi penduduk untuk berdatangan mencari pekerjaan dan bertempat tinggal. Hal ini secara khusus merujuk kepada proses dimana kota-kota yang terbentuk menjadi lebih besar karena lebih banyak orang mulai tinggal dan bekerja di daerah tersebut. Hal ini menimbulkan berbagai macam masalah karena tidak ada pengendalian di dalamnya. Masalah ini yaitu pertumbuhan konsentrasi penduduk yang tinggi serta tidak diikuti kecepatan sebanding dengan perkembangan penataan tata kota. Pada akhirnya menimbulkan fenomena yaitu maraknya pembangunan di kota-kota sekitar.

Maraknya pembangunan tempat tinggal yang tak disertai dengan sistem kelola tata ruang dengan baik mengakibatkan penurunan angka infiltrasi air hujan yang akan masuk kedalam tanah. Yakni air masuk kedalam tanah lebih sedikit dari pada yang mengalir di atas permukaan tanah. Sehingga terjadi luapan air yang lebih besar dari saluran drainase itu sendiri atau yang sering disebut dengan banjir. Oleh karena itu diperlukannya sistem tata kota dengan baik.

Banjir di wilayah ini disebabkan karena pembangunan yang semakin pesat di daerah tersebut dan dimensi saluran drainase yang sudah tidak mampu lagi mengalirkan debit aliran air hujan pada kawasan tersebut yang disebabkan oleh sampah dan sedimentasi pada saluran yang ada. Seperti yang diberitakan HALLO JATIM (29/4/2019) “Hati hati, Simo kebanjiran, mohon jangan lewat dulu air sudah mencapai kedalam hingga 30 cm” ujar M. Jumbri warga asli Simo Surabaya.

Masalah banjir di kawasan Simorejo Kelurahan Simomulyo Kecamatan Sukomanunggal Kota Surabaya hingga saat ini masih belum dapat tertangani secara menyeluruh. Banjir sering terjadi dan menjadi langganan ketika hujan di wilayah ini mengakibatkan peninggian permukaan antar rumah satu dengan yang lainnya. Hal tersebut terjadi akibat saluran yang tidak dapat lagi menampung limpasan air sehingga berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase yang akhirnya mengalir di jalanan sehingga terjadinya banjir. Untuk itu perlu dilakukan analisis mengenai kapasitas saluran drainase guna mengetahui apakah saluran tersebut memadai atau tidak dalam menampung debit limpasan air hujan. Kemudian melakukan evaluasi saluran berupa perubahan dimensi pada saluran drainase yang mengalami genangan air agar tidak terjadi banjir.



## 1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dikarenakan adanya perubahan fungsi lahan kosong menjadi daerah kawasan pemukiman, maka permasalahan yang akan dibahas pada Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa kapasitas tampung saluran drainase wilayah Simorejo?
2. Berapa debit banjir rencana kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun?
3. Berapa dimensi saluran drainase yang efektif untuk menanggulangi banjir pada wilayah Simorejo?

## 1.3 Tujuan

Dengan adanya permasalahan yang ada, maka tujuan yang ingin di capai dari Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kapasitas tampung saluran drainase wilayah Simorejo.
2. Menganalisis banjir rencana kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun di kawasan Simorejo.
3. Mendapatkan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit banjir di dalam kawasan Simorejo.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini perlu di berikannya pembatasan masalah karena terbatasnya data. Adapun batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya tidak termasuk dalam pembahasan Tugas Akhir.
2. Studi kasus hanya dilakukan pada daerah Surabaya yang saluran pembuangnya berpengaruh pada saluran dalam kawasan Simorejo.

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat di ambil dari tugas akhir ini adalah :

1. Manfaat bagi penulis.  
Sebagai sarana untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama menempuh studi, khususnya didalam perancangan sistem saluran drainase perkotaan.
2. Manfaat bagi pembaca.  
Laporan Tugas Akhir ini dapat dijadikan sebagai tambahan pengetahuan dan wawasan tentang evaluasi perencanaan drainase.

3. Manfaat bagi Akademik.  
Laporan Tugas Akhir ini dapat dijadikan sebagai sarana tambahan referensi di perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya mengenai permasalahan yang terkait dengan penulisan Tugas Akhir ini.
4. Manfaat bagi masyarakat.  
Mendapatkan perencanaan sistem drainase yang sesuai di kawasan Simorejo, sehingga dapat menanggulangi seringnya bencana banjir agar tidak menghambat kegiatan warga. Serta meningkatkan sektor ekonomi ketika terjadi hujan dan tidak terjadi banjir.

*“Halaman sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

##### **2.1.1 Referensi Penelitian**

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Adapun penelitian pertama yang dilakukan oleh Wahyu Indra Kusuma (2017) mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi 10 November dengan judul “Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo” yang bertujuan merencanakan saluran drainase pada lokasi tersebut agar mengetahui ukuran kolam tampung sementara yang diperlukan dan merencanakan fasilitas apa saja yang diperlukan. Hasil dari penelitian ini didapatkan dimensi saluran tersier dengan lebar 0,40 – 0,55 m, saluran sekunder 0,80 – 1,40 m, dan saluran primer 1,50 m yang kesemuanya bermuara pada kolam tampungan. Limpasan air hujan ditampung kolam tampungan dan saluran-saluran di kawasan perumahan dan pengaliran yang telah direncanakan mengalir secara gravitasi, sehingga kawasan perumahan Green Mansion Residence tidak memberikan pengaruh terhadap kapasitas sungai Afvoer Cantel.

Penelitian yang ke-dua dilakukan oleh Muhammad Arifin (2018) dengan judul “Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan di Wilayah Purwokerto” yang bertujuan untuk menghitung debit yang masuk ke saluran drainase dan mengetahui kondisi dan kapasitas saluran drainase. Hasil dari penelitian ini kapasitas saluran drainase sub makro di 5 lokasi tersebut tidak memenuhi terhadap debit rencana dengan kala ulang 10 tahun. Hal tersebut disebabkan oleh penyempitan saluran akibat sedimentasi, sehingga perlu dilakukan normalisasi saluran. Sedangkan untuk saluran mikro terdapat 5 lokasi yang kapasitasnya sudah tidak memenuhi, sehingga perlu pelebaran saluran.

Penelitian ke-tiga yang dilakukan oleh Maeza Nurrisma Astika dan Okik Hendrianto (2020) mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur yang berjudul “Evaluasi Sistem Drainase di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Dengan Software Hecras”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui berapa besar curah hujan yang terjadi pada lokasi studi dan berapa besar kapasitas saluran drainase yang ada sehingga dapat direncanakan saluran drainase dengan kapasitas yang memadai agar lokasi studi dapat terhindar dari bencana banjir. Hasil penelitian tersebut terdapat 23 saluran yang tergenang dari 52 saluran yang dianalisis. Saluran yang tergenang pada bagian hulu dan hilir sebanyak 7 saluran dan saluran yang tergenang hanya pada bagian hilir sebanyak 16 saluran.

Penelitian ke-empat yang dilakukan oleh D. A. D. Nusantara (2020) dengan judul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada *Catchment Area* Sub Sistem Bendul Merisi Kota Surabaya” yang bertujuan untuk mengevaluasi dimensi saluran drainase di Sub DAS Kec. Wonokromo Kota Surabaya. Hasil dari penelitian ini didapatkan Saluran sekunder 1 dengan Luas Penampang Saluran  $4,95 \text{ m}^2$  dan debit eksisting  $3,51 \text{ m}^3/\text{det}$  dan debit yang membebani saluran  $0,84 \text{ m}^3/\text{det}$  maka kondisi masih aman tidak terjadi luapan. Saluran Tersier 2 dengan Luas Penampang Saluran  $1,89 \text{ m}^2$  dan debit eksisting  $0,0099 \text{ m}^3/\text{det}$  dan debit yang membebani saluran  $0,322 \text{ m}^3/\text{det}$  maka kondisi saluran tersebut tidak aman dan terjadi luapan.

Dan penelitian ke-lima yang dilakukan oleh Muhammad Taufik, Agung Setiawan dan Nur Cahyo (2022) mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo dengan judul “Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Pemukiman Padat (Studi Kasus Perumahan Prinas Desa Keterban Kecamatan Kutoarjo)” yang bertujuan merencanakan dimensi drainase sebagai bahan evaluasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa genangan yang terjadi di kawasan perumahan Prunas disebabkan oleh saluran drainase yang kecil dan hasil perhitungan saluran drainase didapat debit aliran  $Q_{10} = 1,259 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dengan kecepatan aliran  $v = 4,137 \text{ m}/\text{detik}$ , lebar saluran ( $b$ ) =  $0,74 \text{ m}$ , dan kedalaman saluran ( $h$ ) =  $0,61 \text{ m}$ .

Penelitian di atas memiliki beberapa persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis yang berkaitan dengan evaluasi sistem drainase. Dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yakni tempat atau daerah penelitian.

- **Drainase**  
Drainase merupakan suatu sistem pembuangan air lebih (*excess water*) dan air limbah (*waste water*) yang berupa buangan air dari daerah perumahan dan pemukiman, dari daerah industri dan kegiatan usaha lainnya, dari badan jalan dan perkerasan lainnya, serta penyaluran kelebihan air pada umumnya baik air hujan, maupun air kotor lainnya yang mengalir keluar dari kawasan yang bersangkutan (Arifin 2018).
- **Hujan dan Aliran**  
Prosedur perencanaan pemanfaatan sumber daya air kerap kali memerlukan nilai-nilai lalu hujan, tebal hujan, dan karakter aliran. Karakter aliranyang perlu diketahui sangat berkaitan dengan sasaran pemanfaatan air. Seringkali hanya debit puncak yang digunakan untuk debit perencanaan, tetapi tidak jarang pula besarnya aliran dari waktu ke waktu perlu dianalisa untuk perencanaan penyediaan air bagi suatu keperluan (Arifin, 2018).

## 2.2 Analisis Hidrologi

### 2.2.1 Perhitungan Hujan Rerata Daerah

Ada tiga cara untuk melakukan perhitungan hujan rata rata daerah pematusan yaitu :

1. Cara rata rata Aritmatik.
2. Cara rata rata Poligon Thiesen.
3. Cara Isyohiet.

Dari ketiga cara tersebut hanya dua cara pertama yang paling sering digunakan di Indonesia karena kesederhanaannya, selain itu cara ketiga membutuhkan kerapatan stasiun yang sesuai dengan jaring jaring kagan padahal untuk mendapatkan hal tersebut masih sulit dilakukan (Kusuma, 2017).

#### 2.2.1.1 Rata-rata Aritmatik

Metode rata-rata aritmatik ini, digunakan dengan cara menghitung rata-rata curah hujan dari stasiun yang terdekat. Rumus yang digunakan untuk cara ini adalah sebagai berikut :

$$R_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$R_x$  = Curah hujan rata-rata daerah pematusan (mm).

$n$  = Jumlah stasiun hujan.

$R_i$  = Curah hujan di stasiun hujan ke-I (mm).

### 2.2.1.2 Rata-rata Poligon Thiesen

Cara ini lebih teliti dibandingkan dengan cara sebelumnya terutama untuk daerah pematasan yang penyebaran stasiunnya tidak merata. Dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari masing masing stasiun maka diharapkan hasilnya lebih mendekati dari kenyataan. Rumusan Poligon Thiesen adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{(A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = Curah hujan rata-rata.

$R_1, R_2, R_n$  = Curah hujan di tiap titik pengamatan.

$A_1, A_2, A_n$  = Bagian luas yang mewakili tiap titik pengamatan.

$n$  = Jumlah titik pengamatan.

## 2.2.2 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Frekuensi

Curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu secara statistik dapat diperkirakan berdasarkan seri data curah hujan harian maksimum tahunan (*maximum annual series*) jangka panjang dengan analisis distribusi frekuensi. Curah hujan rancangan/desain ini biasanya dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20 atau 25 tahun. Untuk mencari distribusi yang cocok dengan data yang tersedia dari pos-pos penakar hujan yang ada di sekitar lokasi pekerjaan perlu dilakukan Analisis Frekuensi. Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data hujan maupun data debit. Jenis distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi adalah distribusi Gumbel, Log Pearson type III, Log Normal, dan Normal (Kusuma, 2017)

### 2.2.2.1 Metode Distribusi Gumbel

Persoalan yang berhubungan dengan harga-harga ekstrim adalah datang dari persoalan banjir. Gumbel menggunakan teori-teori ekstrim  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , dimana sampel-sampelnya sama besar dan  $X$  merupakan variabel berdistribusi eksponensial maka probabilitas kumulatifnya adalah :

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$P(X)$  = Probabilitas.

$X$  = Variabel berdistribusi eksponensial.

- e = Bilangan alam = 2,7182818
- a = Konstanta.

Waktu balik antara dua buah pengamatan konstan yaitu :

$$Tr(X) = \frac{1}{1-P(X)} \dots\dots\dots (2.4)$$

- Dimana :
- Tr(X) = Waktu balik.
- P (X) = Peluang.

Ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dengan persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik Tr (X) daripada probabilitas P (X), untuk itu maka :

$$X_T = b - \frac{1}{a} \ln \left[ -\ln \frac{Tr(X)-1}{Tr(X)} \right] \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Y_T = -\ln \left[ -\ln \frac{Tr(X)-1}{Tr(X)} \right] \dots\dots\dots (2.6)$$

- Dimana :
- X<sub>T</sub> = Variate X.
- a, b = Konstanta.
- Tr (X) = Waktu balik.
- Y<sub>T</sub> = *Recuced variate*.

Peneliti menyarankan agar variate X yang menggambarkan deret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$X_T = X + K \cdot S_x \dots\dots\dots (2.7)$$

- Keterangan :
- X<sub>T</sub> = *Variate* yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang pada T tahun (mm).
- X = Harga rerata dari harga (mm).
- S<sub>x</sub> = Standar deviasi.
- K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (*return periode*) dan tipe distribusi frekuensi.

Faktor frekuensi K untuk harga-harga ekstrim Gumbel ditulis dengan rumus berikut :



$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

$Y_T$  = *Reduced variete* sebagai fungsi periode ulang T.

$Y_n$  = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya data n.

$S_n$  = *Reduced standart deviation* sebagai fungsi dari banyaknya data n.

Dengan mensubstitusi kedua persamaan di atas diperoleh :

$$X_T = X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S \dots\dots\dots (2.9)$$

**2.2.2.2 Metode Distribusi Log Pearson Type III**

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik (Kusuma, 2017). Persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah:

$$P(X) = \frac{1}{(a)\tau(b)} \left[ \frac{X-c}{a} \right]^{b-1} e^{-\left[ \frac{X-c}{a} \right]} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

$P(X)$  = Fungsi kerapatan peluang Person tipe III.

$X$  = Variabel acak kontinyu.

a,b,c = Parameter.

$\tau$  = Fungsi gamma.

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson Tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - k S \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

$Y$  = Nilai logaritmik dari X.

$\bar{Y}$  = Nilai rata-rata dari Y.

$S$  = Deviasi standart dari Y.

$k$  = Karakteristik dari distribusi log person tipe III.

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe III, adalah :

- a. Tentukan logaritma dari semua nilai X.
- b. Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

n = Jumlah data

- c. Hitung nilai deviasi standarnya dari log X.

$$S\overline{\log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.13)$$

- d. Hitung nilai koefisien kemencengan.

$$\log X = \overline{\log X} + k S\overline{\log X} \dots\dots\dots (2.14)$$

- e. Tentukan anti log dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai Cs nya. Nilai Cs dapat dilihat pada Tabel 2.1. Apabila nilai Cs = 0, maka distribusi Log Pearson Tipe III identik dengan distribusi Log Normal, sehingga distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik Log Normal.

Tabel 2.1 Harga K Untuk Distribusi Log Pearson Type III

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	2.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	2.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	2.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	2.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	2.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	2.849	2.211	2.544	2.856	3.595
0.2	-0.033	0.830	1.301	2.818	2.159	2.472	2.763	3.580
0.1	-0.017	0.836	1.292	2.785	2.107	2.400	2.670	3.501
0.0	0.000	0.842	1.282	2.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	2.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.200	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	0.035	1.069	1.089	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

(Sumber: Kusuma, 2017)

### 2.2.2.3 Metode Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal memiliki sifat yang khas yaitu nilai asimetrisnya (*skewness*) hampir sama dengan 3 dan bertanda positif. Atau nilai Cs kira-kira sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi (Cv). Persamaan distribusi Log Normal sama dengan persamaan distribusi Log

Pearson tipe III yang telah diuraikan di atas, dengan nilai koefisien asimetris  $G \log x = 0$ .

### 2.2.3 Uji Distribusi Data

Untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter (Kusuma, 2017). Pengujian parameter yang akan di sajikan dalam masalah ini menggunakan :

#### 2.2.3.1 Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data analisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , oleh karena itu disebut Chi-Kuadrat. Parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

$X_h^2$  = Parameter uji chie kuadrat.

$G$  = Jumlah sub kelompok (minimal 4 data pengamatan).

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-1.

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1.

Parameter  $X_h^2$  merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai  $X_h^2$  sama atau lebih besar dari pada nilai Chi-Kuadrat yang sebenarnya ( $X^2$ ) dapat dilihat pada Tabel 2.2. Prosedur uji Chi-Kuadrat adalah :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Kelompokkan data menjadi  $G$  subgroup, tiap-tiap subgroup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar  $O_i$  tiap-tiap sub group.
4. Tiap-tiap subgroup hitung nilai :  $(O_i - E_i)^2$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
5. Jumlah seluruh  $G$  subgroup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat.
6. Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R = 2$ ), untuk distribusi Normal dan Binomial, dan nilai  $R = 1$ , untuk distribusi

Poisson).

Interprestasi hasilnya adalah :

1. Apabila peluang lebih besar dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima,
2. Apabila peluang lebih kecil dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima,
3. Apabila peluang lebih kecil dari (1 – 5)% maka tidak dapat diambil kesimpulan,dengan kata lain perlu tambahan data.

Tabel 2.2 Nilai Kritis Untuk Uji Chi-Kuadrat

Derajat Kebebasan ( $\alpha$ )	0,20	0,10	0,05	0,01	0,0001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,547
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,000	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	18,549	22,362	27,688	34,528
14	18,151	19,812	23,685	29,141	36,123
15	19,311	21,064	24,996	30,578	37,697
16	20,465	22,307	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,036	28,412	31,410	37,566	45,315

(Sumber: Kusuma, 2017)

### 2.2.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov – Kolmogorov*, sering juga disebut uji kecocokan Non Parametric (*non parametric test*), karena pengujianya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing – masing data tersebut :  
 $X_1 P(X_1)$   
 $X_2 P(X_2)$   
 $X_m P(X_m)$   
 $X_n P(X_n)$
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).  
 $X_1 P(X_1)$   
 $X_2 P(X_2)$   
 $X_m P(X_m)$   
 $X_n P(X_n)$
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.  
 $D \text{ maximum } [ P(X_m) - P'(X_m) ]$ .
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov Kolmogorov Test) tentukan harga  $D_0$  (lihat Tabel 2.3).

Apabila  $D$  lebih kecil dari  $D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila  $D$  lebih besar dari  $D_0$  maka distribusi teoritis yang di gunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 2.3 Nilai Kritis Do untuk *Smirnov-Kolmogorov*

N	$\alpha$			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber: Kusuma, 2017)

#### 2.2.4 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya (debit banjir rancangan) ditentukan berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi (Uji Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat), dimana metode terpilih adalah yang mempunyai simpangan minimum.

Dengan mengacu pada hasil perhitungan sebagaimana disajikan pada laporan hidrologi berikut disajikan rekapitulasi curah hujan rencana yang terpilih berdasarkan simpangan terkecil, sehingga akan dipakai pada perhitungan selanjutnya.

#### 2.2.5 Analisis Debit Rencana

##### 2.2.5.1 Perhitungan Intensitas Hujan

Hal terpenting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan dalam sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan dalam 24 jam). Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya digunakan untuk perencanaan sesuai dengan tujuan yang dimaksud (Kusuma, 2017).

Dalam pembahasan data hujan ada 5 buah unsur yang harus ditinjau, yaitu :

- a. Intensitas  $i$ , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu misalnya, mm/menit, mm/jam, mm/hari.
- b. Lama waktu (*duration*)  $t$ , adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
- c. Tinggi hujan  $d$ , adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
- d. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (*return periode*)  $T$ , misalnya sekali dalam  $T$  (tahun).
- e. Luas, adalah luas geografis curah hujan Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Dr. Ishiguro (1953) (2.18).

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, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan berikut (Kusuma, 2017) :

1. Rumus Talbot

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan  $a$  dan  $b$  ditentukan dengan harga-harga yang terukur.

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

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

$t$  = Lamanya hujan (jam).

$a$  &  $b$  = Konstanta pada lamanya hujan yang terjadi.

2. Rumus Sherman

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2.17)$$



Dimana :

- I = Intensitas hujan (mm/jam).
- t = Lamanya hujan (jam).
- a = Konstanta pada lamanya hujan yang terjadi.
- n = Banyaknya data.

### 3. Rumus Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

- I = Intensitas hujan (mm/jam).
- t = Lamanya hujan (mm).
- a & b = Konstanta pada lamanya hujan yang terjadi.

### 4. Rumus Manonobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

- I = Intensitas hujan (mm/jam).
- t = Lamanya hujan (jam).
- R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm).

#### 2.2.5.2 Debit Rencana

Menentukan debit saluran drainase dapat menggunakan rumus persamaan kontinuitas dan rumus *Manning*. Rumus ini mempunyai bentuk sederhana tetapi memberikan hasil yang baik.

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

- Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik).
- V = Kecepatan aliran (m/detik).
- n = Angka kekasaran saluran.
- R = Jari-jari hidrolis saluran (m).
- S = Kemiringan dasar saluran.

A = Luas penampang saluran ( $m^2$ ).

### 2.2.5.3 Debit Limpasan (*Run Off*)

Air hujan yang turun dari atmosfer jika tidak ditangkap vegetasi atau oleh permukaan-permukaan buatan seperti atap bangunan atau lapisan kedap air lainnya, maka akan jatuh permukaan bumi dan sebagian akan menguap, berfiltrasi atau tersimpan dalam cekungan-cekungan. Bila kehilangan seperti cara-cara tersebut telah terpenuhi, maka sisa air hujan akan mengalir langsung di atas permukaan tanah menuju alur aliran terdekat. Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*).

Ketepatan dan menetapkan besarnya debit air yang harus dialirkan melalui saluran drainase pada daerah tertentu, sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Dimensi saluran yang terlalu besar tidak ekonomis, namun bila terlalu kecil akan mempunyai tingkat ketidak berhasilan yang tinggi. Perhitungan debit puncak untuk drainase di daerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional atau hidrograf satuan. Perhitungan debit rencana berdasar periode ulang hujan tahunan, 2 tahunan, 5 tahunan dan 10 tahunan. Data yang diperlukan meliputi data batas dan pembagian daerah tangkapan air, tataguna lahan dan data hujan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran dll. Tabel berikut menyajikan standar desain saluran drainase (Saves, 2021).

Tabel 2.4 Standar Desain Saluran Drainase.

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

(Sumber: Kusuma, 2017)

Menghitung besarnya debit rancangan drainase perkotaan umumnya dilakukan dengan metode rasional. Hal ini karena daerah aliran tidak terlalu luas, kehilangan air sedikit dan waktu genangan relatif pendek. Metode rasional ini sangat simpel dan mudah digunakan namun terbatas pada DAS dengan ukuran kecil tidak lebih dari 500 ha. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi merata di seluruh DAS dan intensitas tetap selama satuan waktu yang ditetapkan, yang disebut hujan satuan. Kapasitas pengaliran dapat dihitung dengan metode rasional.

$$Q = 0,00278 C I A \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

- Q = debit puncak ( $m^3$  /detik).
- C = koefisien aliran permukaan ( $0 \leq C \leq 1$ ).
- I = intensitas hujan (mm/jam).
- A = luas DAS (ha atau  $m^2$ ).

### 2.3 Analisis Sistem Drainase

Analisis sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis sistem drainase diantaranya adalah perhitungan kapasitas saluran, penentuan tinggi jagaan, penentuan daerah sempadan, perhitungan kepadatan drainase, dan bangunan – bangunan yang dibutuhkan dalam sistem drainase.

Dalam kaitannya dengan pekerjaan pengendalian banjir, analisis sistem drainase digunakan untuk mengetahui profil muka air, baik kondisi yang ada (*eksisting*) maupun kondisi perencanaan. Untuk mendukung analisa hitungan guna memperoleh parameterisasi desain yang handal, dibutuhkan validasi data dan metode hitungan yang representatif.

#### 2.3.1 Kapasitas Saluran

Kapasitas rencana dari setiap komponen sistem drainase dihitung berdasarkan rumus *Manning*:

$$Q_{sal} = V_{sal} \times A_{sal} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$V_{sal} = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

- $Q_{sal}$  = Debit aliran dalam saluran ( $m^3/det$ ).  
 $V_{sal}$  = Kecepatan aliran rata – rata ( $m/det$ ).  
 $n$  = Koefisien kekasaran *Manning*.  
 $R$  = Jari – jari hidraulik (m) atau ( $Asal/Psal$ ).  
 $S$  = Kemiringan saluran.  
 $Asal$  = Luas penampang saluran ( $m^2$ ).  
 $Psal$  = Keliling basah saluran (m).

Tabel 2.5 Harga Koefisien *Manning* ( $n$ ) Untuk Berbagai Tipe

Tipe Saluran	Harga $n$
1. Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0,025
2. Saluran dari pasangan batu dengan pasangan	0,015
3. Saluran dari beton	0,017
4. Saluran alam dengan rumput	0,020
5. Saluran dari batu	0,025

(Sumber: Milliandi, 2022)

## 2.4 Sistem Pengaliran Air

### 2.4.1 Jenis Pengaliran

#### a. Saluran Terbuka

Aliran saluran terbuka mempunyai permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open chanel flow*). Permukaan bebas mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Saluran ini berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan atau air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan cukup, ataupun drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan / mengganggu lingkungan (Kusuma, 2017). Contoh saluran terbuka antara lain : Sungai, saluran irigasi, selokan, talud dan estuari. Persamaan bernoulli untuk aliran terbuka dalam saluran yaitu :

$$h_1 = \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

- $h$  = Ketinggian (m).  
 $P$  = Tekanan hidrostatis ( $N/m^2$ ).  
 $\rho$  = Rapat massa air ( $kg/m^3$ ).  
 $V$  = Kecepatan aliran ( $m/detik$ ).

$g$  = Gaya grafitasi (m/detik<sup>2</sup>).

### b. Saluran Tertutup

Aliran saluran tertutup memungkinkan adanya permukaan bebas dan aliran dalam pipa (*pipe flow*) atau aliran tertekan (*pressurized flow*). Saluran tertutup kemungkinan dapat terjadi aliran bebas maupun aliran tertekan pada saat yang berbeda. Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa). Hal ini dikarenakan tuntutan artistik atau tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang dan lain-lain. Saluran ini umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan / lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota. Contoh saluran tertutup antara lain : terowongan, pipa, *aqueduct*, gorong-gorong dan *siphon*. Persamaan bernoulli untuk aliran tertutup dalam saluran yaitu :

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

- $h$  = Ketinggian (m).
- $V$  = Kecepatan aliran (m/detik).
- $g$  = Gaya gravitasi (m/detik<sup>2</sup>).

Dalam aliran fluida pipa akan terjadi gesekan antara air dengan pipa. Besarnya gesekan ini tergantung pada *viskositas* dari kecepatan aliran. Untuk mengatasi gesekan didalam mekanika fluida diterapkan kehilangan energi ( $h_f$ ). Hubungan kehilangan energi ( $h_f$ ) dengan kecepatan aliran dan gaya kekentalan (*viskositas*) diberikan rumus *Darcy-Weisbach* sebagai berikut.

$$h_f = \frac{f l v^2}{2 g d} \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana :

- $f$  = Koefisien gesekan.
- $l$  = Panjang pipa (m).
- $v$  = Kecepatan aliran (m/detik).
- $d$  = Diameter pipa (m).
- $g$  = Gaya grafitasi (m/detik).

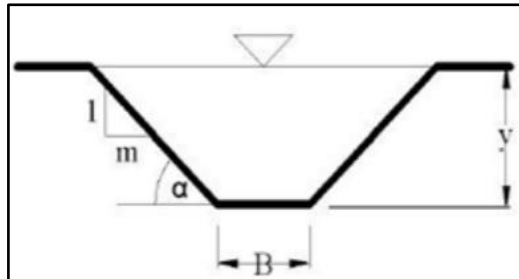
Koefisien gesekan sangat bergantung pada viskositas cairan. Hal ini ditunjukkan  $f$  sebagai fungsi bilangan Reynold ( $N_{re}$ ). Rumus *Darcy-Weisbach* berlaku untuk aliran laminar maupun turbulen.

**2.4.2 Bentuk Saluran**

Saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air lainnya pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil tingkat kerugian akan besar (Milliandi 2022). Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

**a. Bentuk Trapesium**

Saluran drainase bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah, Tapi dimungkinkan juga bentuk dari pasangan. Saluran ini membutuhkan ruang yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.



Gambar 2.1 Penampang Saluran Trapesium.  
(Sumber: Milliandi, 2022)

Luas penampang basah trapesium :

$$A = (B + zh)h \dots\dots\dots (2.27)$$

Keliling basah trapesium :

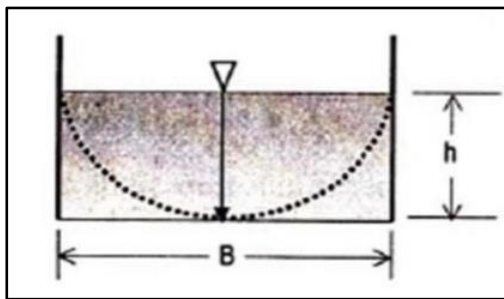
$$P = B + 2h\sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots (2.28)$$

Jari-jari hidrolis trapezium :

$$R = \frac{(B+zh)h}{B+2h \sqrt{1+z^2}} \dots\dots\dots (2.29)$$

**b. Bentuk Persegi Panjang**

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang, Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini, saluran harus dari pasangan atau beton. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.



Gambar 2.2 Penampang Saluran Persegi.  
(Sumber: Milliandi, 2022)

Luas penampang basah persegi Panjang :

$$A = Bh \dots\dots\dots (2.30)$$

Keliling basah persegi Panjang

$$P = B + 2h \dots\dots\dots (2.31)$$

Jari-jari hidrolis persegi Panjang

$$R = \frac{Bh}{B+2h} \dots\dots\dots (2.32)$$

**c. Bentuk Lingkaran**

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah. Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

Luas penampang basah lingkaran

$$A = \frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2 \dots\dots\dots (2.33)$$

Keliling basah lingkaran

$$P = \frac{1}{2} \theta d_0 \dots\dots\dots (2.34)$$

Jari-jari hidrolis lingkaran

$$R = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right) d_0 \dots\dots\dots (2.35)$$

**2.4.3 Klasifikasi Saluran**

Aliran permukaan bebas dapat diklasifikasikan menjadi berbagai tipe tergantung kriteria yang digunakan. Berdasarkan perubahan kedalaman dan/atau kecepatan mengikuti fungsi waktu, maka aliran dibedakan menjadi aliran permanen (*steady*) dan tidak permanen (*unsteady*) sedangkan berdasarkan sifatsifat aliran dibedakan menjadi aliran laminar dan turbulen (Milliandi, 2022).

**a. Aliran Permanen dan Tidak Permanen**

Jika kecepatan aliran pada suatu titik tidak berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran permanen atau tunak (*steady flow*), jika kecepatan pada suatu lokasi tertentu berubah terhadap waktu, maka alirannya disebut aliran tidak permanen atau tidak tunak (*unsteady flow*). Dalam hal-hal tertentu dimungkinkan mentransformasikan aliran tidak permanen menjadi aliran permanen dengan mengacu pada koordinat referensi yang bergerak. Penyederhanaan ini menawarkan beberapa keuntungan, seperti kemudahan visualisasi, kemudahan penulisan persamaan yang terkait dan sebagainya. Penyederhanaan ini hanya mungkin jika bentuk gelombang tidak berubah dalam perambatannya. Misalnya, bentuk gelombang kejut (*surge*) tidak berubah ketika merambat pada saluran halus dan konsekuensinya perambatan gelombang kejut yang tidak permanen dapat dikonversi menjadi alira



permanen dengan koordinat referensi yang bergerak dengan kecepatan absolut gelombang kejut.

**b. Aliran Laminar dan Turbulen**

Jika partikel zat cair bergerak mengikuti alur tertentu dan aliran tampak seperti gerakan serat-serat atau lapisan-lapisan tipis paralel, maka alirannya disebut aliran laminar. Sebaliknya, jika zat cair bergerak mengikuti alur yang tidak beraturan, baik ditinjau terhadap ruang maupun waktu, maka alirannya disebut aliran turbulen. Saluran terbuka dan tertutup mempunyai bilangan reynold yang berbeda. Saluran terbuka bilangan reynold ( $N_{re}$ ) untuk aliran laminar kurang dari sama dengan 500, sedangkan bilangan reynold untuk aliran turbulen lebih dari sama dengan 1000. Saluran tertutup bilangan reynold ( $N_{re}$ ) untuk aliran laminar kurang dari sama dengan 2000, sedangkan bilangan reynold untuk aliran turbulen lebih dari sama dengan 4000. Faktor yang menentukan keadaan aliran adalah pengaruh relatif antara gaya kekentalan (*viskositas*) dan gaya inersia. Jika gaya viskositas yang dominan maka alirannya laminar, sedangkan jika gaya inersia yang dominan maka alirannya turbulen.

**c. Aliran Sub-Kritis, Kritis, Super Kritis**

Aliran dikatakan kritis apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang grafitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang grafitasi dapat dibangkitkan dengan merubah kedalaman. Jika kecepatan aliran lebih kecil dari kecepatan kritis maka aliran disebut sub-kritis, dan jika kecepatan aliran lebih besar dari kecepatan kritis maka aliran disebut super-kritis. Parameter yang menentukan ketiga jenis aliran adalah perbandingan gaya-gaya inersia dan grafitasi yang dikenal sebagai bilangan Fronde :

$$F = \frac{V}{\sqrt{g l}} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana :

$l$  = h untuk saluran terbuka.

$l$  = D untuk saluran tertutup.

Aliran dikatakan kritis jika :

$F = 1,0$  disebut aliran kritis

$F < 1,0$  disebut aliran sub-kritis (aliran tenang).

$F > 1,0$  disebut aliran super kritis (aliran cepat).

## 2.4.4 Syarat Sistem Pengaliran

### a. Syarat Kecepatan

Kecepatan dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar saluran, dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Kecepatan aliran mempunyai tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Sehingga, hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan. Komponen kecepatan ini bervariasi terhadap kedalaman dari permukaan air. Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman *aquatic* dan lumut. Pada umumnya, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/detik dapat digunakan dengan aman apabila prosentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/detik bisa mencegah tumbuhnya tumbuh-tumbuhan yang dapat memperkecil daya angkut saluran (Kusuma, 2017).

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar kontruksi saluran tetap aman. Harga  $n$  *Manning* tergantung pada kekasaran sisi dan dasar saluran. Persamaan *Manning* sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.37)$$

Dimana :

- V = Kecepatan aliran (m/detik).
- n = Koefisien kekasaran *Manning*.
- R = Jari-jari hidrolik.
- S = Kemiringan memanjang saluran.

Tabel 2.6 Kecepatan Aliran Air Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air yang Diizinkan (meter/detik)
Pasir Halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau Aluvial	0,60
Kerikil Halus	0,75
Lempung Kokoh	0,75
Lempung Padat	1,10
Kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan Batu	1,50
Beton	1,50
Beton Bertulang	1,50

(Sumber: Milliandi, 2022)

**b. Syarat Tekanan**

Distribusi tekanan dalam penampang saluran tergantung pada kondisi aliran. Seperti kondisi aliran berikut.

**c. Aliran Statis**

Aliran statis mempunyai komponen horizontal dan vertikal resultan gaya yang bekerja pada kolom air adalah nol karena air dalam kondisi stasioner. Gaya tekan yang bekerja pada dasar kolom air dengan arah vertikal =  $p\Delta A$ . Berat air dalam kolom air bekerja vertikal ke bawah, karena resultan gaya vertikal sama dengan nol maka dapat ditulis :

$$p \cdot \Delta A = \rho \cdot g \cdot h \cdot \Delta A$$

$$\text{atau} \quad \dots\dots\dots (2.38)$$

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Dengan kata lain intensitas tekanan berbanding langsung dengan kedalaman air dari permukaan. Hubungan antara intensitas tekanan dan kedalaman adalah linier (garis lurus) apabila rapat massa air ( $\rho$ ) adalah konstan.

**d. Aliran Horizontal Pararel**

Asumsi tidak ada percepatan ke arah aliran dan kecepatan aliran sejajar dengan dasar saluran dan seragam keseluruhan penampang saluran, sehingga garis aliran sejajar dasar saluran. Karena tidak ada percepatan ke arah aliran, maka resultan komponen gaya ke arah ini adalah nol. Resultan komponen gaya vertikal juga sama dengan nol, sehingga :

$$\rho \cdot g \cdot h \cdot \Delta A = p \cdot \Delta A \text{ atau } p = \rho \cdot g \cdot h = \gamma \dots\dots\dots (2.39)$$

Dimana  $\gamma$  adalah berat spesifik air. Perlu diicatat bahwa distribusi tekanan adalah sama jika air dalam kondisi stasioner dan hal ini disebut distribusi tekanan hidrostatis.

**e. Aliran Permanen Tidak Seragam**

Aliran ini terjadi misalnya pada tikungan dan terjunan, maka garis aliran tidak sejajar dasar saluran. Distribusi tekanan tidak hidrosatatis karena ada percepatan dan perlambatan. Jika jari-jari kelengkungan (*curvature*) garis aliran =  $r$  dan kecepatan aliran  $V$ , maka percepatan sentrifugal ( $a_c$ ) adalah :

$$a_c = \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (2.40)$$

Dan gaya sentrifugal ( $F_c$ ) adalah :

$$F_c = \rho \cdot h_s \cdot \Delta A \cdot \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (2.41)$$

Tinggi tekan yang bekerja pada dasar kolom air akibat percepatan sentrifugal adalah :

$$h_a = \frac{1}{g} h_s \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots (2.42)$$

Tekanan akibat gaya sentrifugal bekerja searah dengan gaya berat air untuk lengkung konvek dan arahnya berlawanan untuk lengkung konkaf, sehingga total tinggi tekan yang bekerja pada dasar kolom air adalah :

$$h = h_s \left( 1 \pm \frac{1}{g} \frac{v^2}{r} \right) \dots\dots\dots (2.43)$$

Tanda positif untuk aliran konvek dan negatif untuk bentuk garis aliran konkaf.

**f. Syarat Kemiringan Dasar Saluran**

Kemiringan dasar saluran arah memanjang dipengaruhi kondisi topografi serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Kemiringan dasar saluran maksimum yang diperbolehkan adalah 0,005 – 0,008 tergantung bahan saluran yang digunakan. Kemiringan yang lebih curam dari 0,002 bagi tanah lepas sampai dengan 0,005 untuk tanah padat akan menyebabkan erosi (penggerusan). Kemiringan dasar saluran yang ideal dapat diperoleh berdasarkan rumus *Manning* ( $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$ ) pada syarat kecepatan (Arifin, 2018).

**g. Syarat Freeboard (jagaan)**

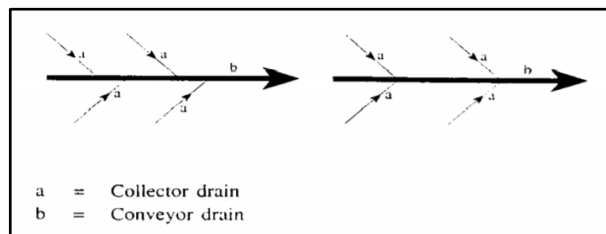
*Freeboard* atau jagaan dari suatu saluran adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai permukaan air pada kondisi perencanaan. Jagaan direncanakan untuk dapat mencegah peluapan air akibat gelombang serta fluktuasi permukaan air, misalnya berupa gerakan-gerakan angin serta pasang surut. Jagaan tersebut direncanakan antara kurang dari 5 % sampai dengan 30 % lebih dari dalamnya aliran (Arifin, 2018).

**h. Tata Letak Jalur Saluran**

Beberapa model dari tata letak jalur saluran yang dapat di pakai dalam perencanaan drainase sebagai berikut (Julmadian 2021) :

**1. Pola Alamiah**

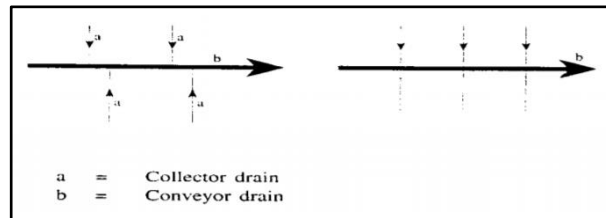
Letak *conveyor drain* ada di bagian terendah (lembah) dari suatu daerah (alam) yang efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (*collector drain*).



Gambar 2.3 Pola Alamiah  
(Sumber: Abda, 2021)

## 2. Pola Siku

*Conveyor drain* terletak di bagian terendah (lembah). Sedangkan *collector drain* dibuat tegak lurus *conveyor drain*.

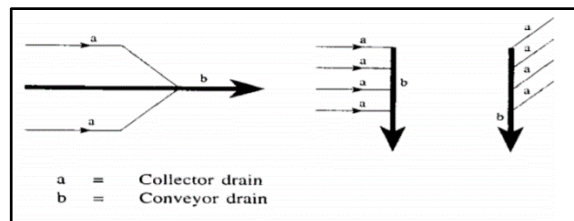


Gambar 2.4 Pola Siku

(Sumber: Abda, 2021)

## 3. Pola Pararel

*Collector drain* menampung debit air yang lebih kecil. *Collector drain* dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian debit air yang lebih kecil masuk ke *conveyor drain*.

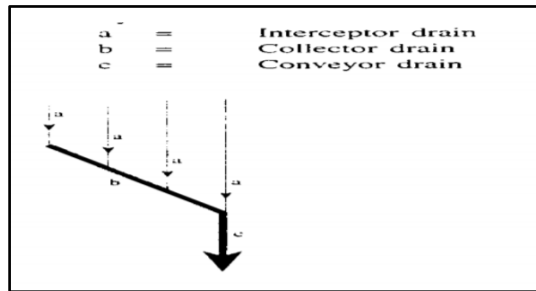


Gambar 2.5 Pola Pararel

(Sumber: Abda, 2021)

## 4. Pola Grid Iron

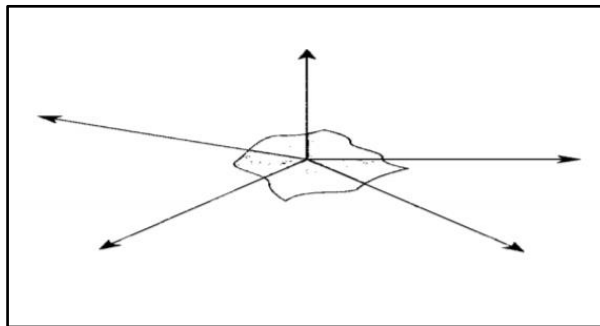
Beberapa *interceptor drain* dibuat sejajar satu sama lain, kemudian ditampung di *collector drain* untuk selanjutnya masuk ke dalam *conveyor drain*.



Gambar 2.6 Pola Grid Iron  
(Sumber: Abda, 2021)

### 5. Pola Radial

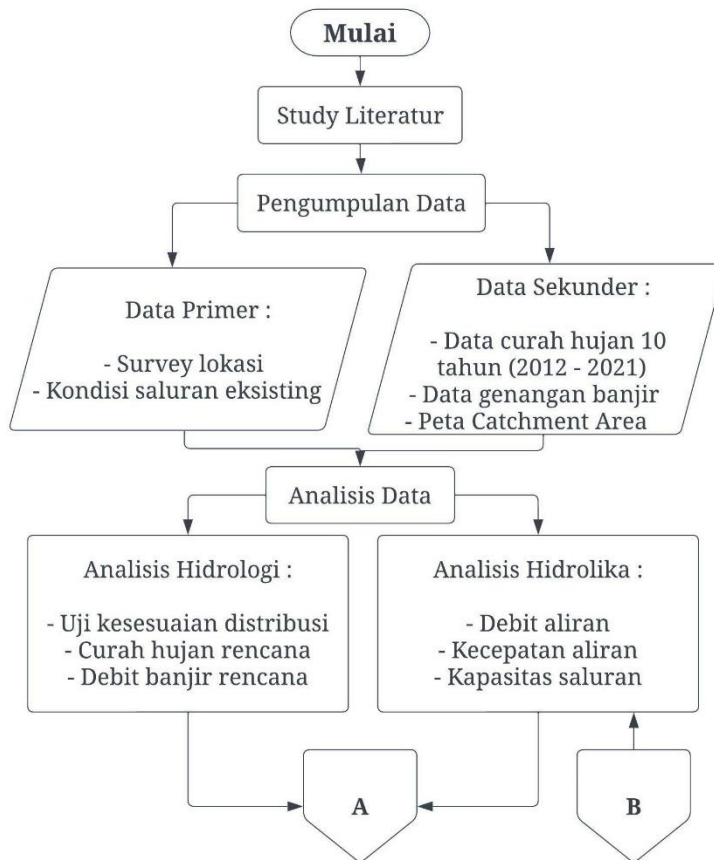
Satu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa *collector drain* dari satu titik menyebar ke segala arah (sesuai dengan kondisi topografi daerah).



Gambar 2.7 Pola Radial  
(Sumber: Abda, 2021)

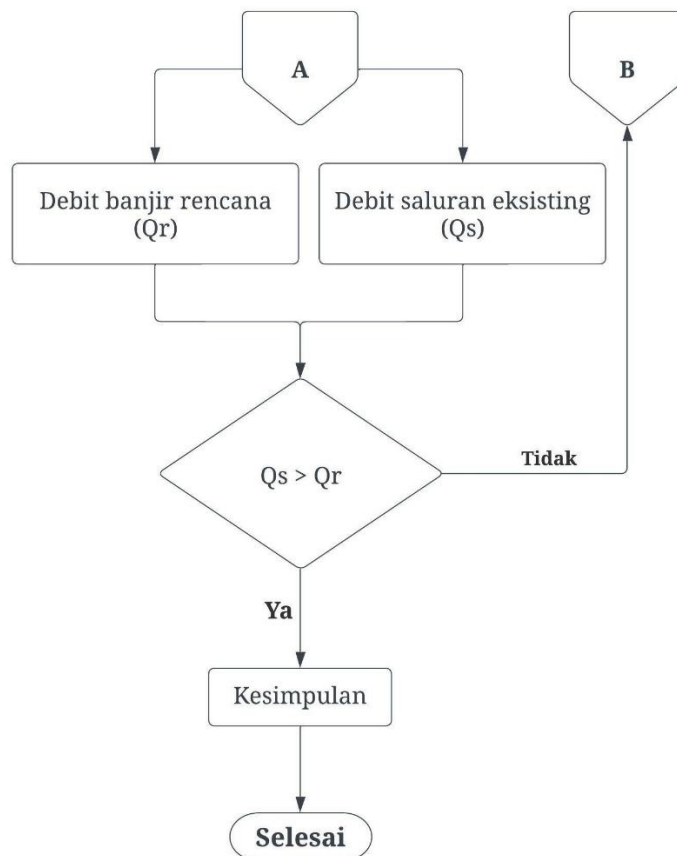
# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian  
(Sumber: Penulis, 2022)





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)  
(Sumber: Penulis, 2022)

### 3.2. Penjelasan Diagram Alir

#### 1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pembelajaran terhadap bahan-bahan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari tulisan-tulisan ilmiah, diktat-diktat, buku-buku maupun internet yang berkaitan dengan masalah yang diteliti. Informasi yang didapat dari studi pustaka ini dapat digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

## 2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan di lakukan pengumpulan data yang di perlukan untuk melakukan evaluasi drainase pada saluran Jl. Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec. Sukomanunggal, Kota Surabaya. Ada beberapa tahapan dalam pengumpulan data untuk Tugas Akhir ini diantaranya sebagai berikut :

- Lokasi.

Kawasan Pemukiman Simorejo terletak di Jl. Simorejo Kelurahan Simomulyo Kecamatan Sukomanunggal Kota Surabaya.

Batas lokasi *study* :

1. Sebelah utara : Jl. Simorejo Gg II.
2. Sebelah barat : Jl. Simorejo Gg III.
3. Sebelah selatan : Jl. Simorejo Gg XXXVII dan Jl. Kali Kundang.
4. Sebelah timur : Jl. Simorejo Timur Gg III.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian.  
(Sumber: Google Eearth 2022)

- Pengumpulan data secara primer.  
Metode pengumpulan data secara primer ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data secara langsung dari sumber yang diteliti. Contoh data-data primer ialah:
  1. Melakukan pendataan langsung lokasi koordinat stasiun curah hujan yang berpengaruh pada daerah penelitian.
  2. Mengetahui kondisi sistem drainase yang telah ada di daerah penelitian.
  3. Mengetahui kondisi badan air penerima baik sungai, danau maupun laut.
  
- Pengumpulan data secara sekunder.  
Metode pengumpulan data secara sekunder ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari sumber-sumber yang lain yang berhubungan dengan materi penelitian dan bukan merupakan hasil langsung sipeneliti itu sendiri. Contoh data-data sekunder ialah:
  1. Data curah hujan (jangka pendek) selama 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun mulai dari tahun 2011 sampai dengan 2021 Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air..
  2. Peta Jaringan Drainase dan Irigasi, Peta Geologi.
  3. Data genangan banjir yang pernah terjadi di daerah penelitian.
  4. Data penunjang lainnya seperti jaringan jalan dari dinas PU setempat.

### **3. Analisis Data**

Analisis data meliputi:

- Analisis Hidrologi:
  1. Analisis frekuensi hujan dengan menggunakan metode distribusi Normal, metode distribusi Log Normal, metode distribusi Log Person III, metode distribusi Gumbel.
  2. Menguji parameter untuk kecocokan distribusi frekuensi sampel data dengan Uji Kecocokan Data.
  3. Menentukan persamaan distribusi dengan Uji Chi-kuadrat.
  4. Menentukan perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau dengan Metode Smirnov-Kolmogorov.

5. Perhitungan intensitas hujan.
6. Perhitungan limpasan.

- Analisis Hidrolika :
  1. Perhitungan kapasitas saluran menggunakan Rumus 2.28.
  2. Penentuan koefisien kekasaran saluran menggunakan *Manning* ditunjukkan pada Tabel 2.5.

#### **4. Pengolahan Data**

Dalam pengolahan data yang digunakan untuk mengetahui apakah saluran dapat menampung atau tidak saluran drainase Kawasan pemukiman Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec, Sukomanunggal, Kota Surabaya menggunakan Rumus 2.20 untuk penentuan debit rencana dan Rumus 2.21 untuk penentuan debit limpasan. Bila hasil debit rencana lebih besar dari debit limpasan maka dikatakan belum bias menampung debit air. Maka dilakukan evaluasi di Analisis hidrolika kemudian di hitung ulang hingga debit limpasan lebih kecil dari debit rencana yang di katakana saluran dapat menampung banjir.

#### **5. Kesimpulan**

Kesimpulan dari tugas akhir mengenai perencanaan ulang sistem drainase dari Kawasan pemukiman Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec. Sukomanunggal, Surabaya adalah:

1. Mengetahui kapasitas tampung saluran.
2. Mengetahui besarnya debit air hujan yang masuk ke dalam saluran.
3. Mendapatkan desain jaringan drainase pada Kawasan pemukiman Simorejo, Kel. Simomulyo, Kec. Sukomanunggal, Kota Surabaya.

*“Halaman sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi dilakukan untuk mengetahui secara detail mengenai parameter hidrologi pada sistem drainase kawasan pemukiman Simorejo yang berupa debit rencana untuk mengevaluasi sistem drainase di lokasi tersebut.

##### 4.1.1 Analisis Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan adalah hujan harian maksimum sepuluh (10) tahun terakhir dari tahun 2012 sampai 2021 di lima (5) stasiun hujan. berikut data curah hujan.

Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum

NO	TAHUN PENGAMATAN	STASIUN HUJAN (mm)					Rata - Rata
		Simo	Gubeng	Gunung Sari	Wonokr omo	Kedung Cowek	
1	2012	67	70	102	106	51	79,2
2	2013	75	99	97	87	73	86,2
3	2014	81	109	86	83	62	84,2
4	2015	88	61	70	63	54	67,2
5	2016	86	98	94	108	103	97,8
6	2017	102	116	120	114	96	109,6
7	2018	49	65	85	73	71	68,6
8	2019	67	76	74	76	68	72,2
9	2020	98	102	98	107	94	99,8
10	2021	97	110	98	70	100	95,0
n = 10		TOTAL					859,8

*(Sumber : Koordinator Wilayah Surabaya, 2022)*

##### 4.1.2 Perhitungan Curah Hujan Daerah

Untuk mendapatkan hasil perhitungannya dapat diperoleh dengan metode aritmatika sebagai berikut :

$$X_r = \frac{\text{Total rata - rata hujan maksimum}}{n}$$

$$X_r = \frac{859,8}{10}$$

$$X_r = 85,98$$

#### 4.1.2.1 Distribusi Gumbel

Tabel 4.2 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	Tahun	$X_i$	$X_r$	$(X_i - X_r)$	$(X_i - X_r)^2$	$(X_i - X_r)^3$	$(X_i - X_r)^4$
1	2017	109,6	85,98	23,62	557,904	13177,70	311257,3
2	2020	99,8	85,98	13,82	190,992	2639,51	36478,1
3	2016	97,8	85,98	11,82	139,712	1651,40	19519,6
4	2021	95,0	85,98	9,02	81,360	733,87	6619,5
5	2013	86,2	85,98	0,22	0,048	0,01	0,0
6	2014	84,2	85,98	-1,78	3,168	-5,64	10,0
7	2012	79,2	85,98	-6,78	45,968	-311,67	2113,1
8	2019	72,2	85,98	-13,78	189,888	-2616,66	36057,6
9	2018	68,6	85,98	-17,38	302,064	-5249,88	91242,9
10	2015	67	85,98	-18,98	360,240	-6837,36	129773,1
n = 10		859,6			1871,348	3181,29	633071,3

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

1. Menghitung standart deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n - 1}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{1871,348}{9}}$$

$$S_d = 14,4197$$

2. Nilai faktor frekuensi

$$K_t = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Kt_2 = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496} = -0,1355$$

$$Kt_5 = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496} = 1,0581$$

$$Kt_{10} = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496} = 1,8483$$

3. Menghitung hujan dalam periode T tahun

$$X_t = X_r - (K_t \cdot S_d)$$

$$X_{t2} = 85,98 - (-0,1355 \cdot 14,4197) = 84,0259$$

$$X_{t5} = 85,98 - (1,0581 \cdot 14,4197) = 101,2370$$

$$X_{t10} = 85,98 - (1,8483 \cdot 14,4197) = 112,6322$$

Tabel 4.3 Rekapitulasi Distribusi Gumbel

Periode Ulang (T tahun)	$X_r$	$K_t$	$S_d$	$X_t$ (mm)
2	85,98	-0,1355	14,4197	84,0259
5	85,98	1,0581	14,4197	101,2370
10	85,98	1,8483	14,4197	112,6322

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

#### 4.1.2.2 Distribusi Normal

$$X_t = X_r - (K_t \cdot S_d)$$

$K_t$  dari tabel Variasi Reduksi Gauss

$$X_{t2} = 85,98 - (0 \cdot 14,4197) = 85,98$$

$$X_{t5} = 85,98 - (0,84 \cdot 14,4197) = 98,0925$$

$$X_{t10} = 85,98 - (11,28 \cdot 14,4197) = 104,4372$$



Tabel 4.4 Rekapitulasi Distribusi Normal

Periode Ulang (T tahun)	Xr	Kt	Sd	Xt (mm)
2	85,98	0	14,4197	85,98
5	85,98	0,84	14,4197	98,0925
10	85,98	1,28	14,4197	104,4372

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

### 4.1.2.3 Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.5 Perhitungan Diristribusi Log Pearson Type III

No	Tahun	Xi	LogXi	LogXr	(LogXi - LogXr)	(LogXi - LogXr) <sup>2</sup>	(LogXi - LogXr) <sup>3</sup>	(LogXi - LogXr) <sup>4</sup>
1	2017	109,6	2,039811	1,934397	0,105413	0,011112	0,001171	0,000123
2	2020	99,8	1,999131	1,934397	0,064733	0,004190	0,000271	0,000018
3	2016	97,8	1,990339	1,934397	0,055941	0,003129	0,000175	0,000010
4	2021	95,0	1,977724	1,934397	0,043326	0,001877	0,000081	0,000004
5	2013	86,2	1,935507	1,934397	0,001110	0,000001	0,000000	0,000000
6	2014	84,2	1,925312	1,934397	-0,009085	0,000083	-0,000001	0,000000
7	2012	79,2	1,898725	1,934397	-0,035672	0,001273	-0,000045	0,000002
8	2019	72,2	1,858537	1,934397	-0,075860	0,005755	-0,000437	0,000033
9	2018	68,6	1,836324	1,934397	-0,098073	0,009618	-0,000943	0,000093
10	2015	67,2	1,827369	1,934397	-0,107028	0,011455	-0,001226	0,000131
n =	10		19,288779		-0,055196	0,048493	-0,000953	

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

- Menghitung nilai rata - rata

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

$$\text{Log } X_r = \frac{19,29}{10}$$

$$\text{Log } X_r = 1,929$$

- Menghitung nilai standart deviasi

$$\text{Sd Log } X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^2}{n - 1}}$$

$$\text{Sd Log } X = \sqrt{\frac{0,0485}{10 - 1}}$$

$$\text{Sd Log } X = 0,0734$$

- Menghitung nilai koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_i^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)^2}{(n - 1)(n - 2)(\text{Sd Log } X_i)}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot (0,0485)}{(10 - 1)(10 - 2)(0,0734)}$$

$$C_s = 0,0316$$

- Perhitungan curah hujan periode ulang

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_r - K_t \cdot (\text{Sd Log } X_i)$$

$$\text{Log } X_{t2} = 1,929 - (0 \cdot 0,0734) = 1,9289$$

$$\text{Log } X_{t5} = 1,929 - (0,842 \cdot 0,0734) = 1,9907$$

$$\text{Log } X_{t10} = 1,929 - (1,282 \cdot 0,0734) = 2,0230$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t}$$

$$X_{t2} = 10^{1,9289} = 84,89$$

$$X_{t5} = 10^{1,9907} = 97,88$$

$$X_{t10} = 10^{2,0230} = 105,43$$

Tabel 4.6 Rekapitulasi Distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang (T tahun)	Log Xr	Kt	Sd Log X	Log Xt	Xt (mm)
2	1,929	0	0,0734	1,9289	84,89
5	1,929	0,842	0,0734	1,9907	97,88
10	1,929	1,282	0,0734	2,0230	105,43

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Hasil rekapitulasi distribusi curah hujan untuk curah hujan maksimum dengan menggunakan tiga (3) metode yakni metode distribusi Gumbel, metode distribusi Normal, dan metode distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat di tabel berikut :

Tabel 4.7 Rekapitulasi Analisis Distribusi Curah Hujan Maksimum

Periode Ulang T (tahun)	Analisa Distribusi Curah Hujan Maksimum		
	Gumbel	Normal	Log Pearson Type III
2	84,0259	85,98	85,8943
5	101,237	98,0925	97,8778
10	112,6322	104,4372	105,4343

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

### 4.1.3 Uji Kecocokan Sebaran

#### 4.1.3.1 Uji Chi-Kuadrat

$$\text{Banyak Data (n)} = 10$$

$$\text{Jumlah Sub Kelompok (k)} = 1 + 3,22 \log (n)$$

$$= 1 + 3,22 \log (10)$$

$$= 4,22 = \text{dipakai } 5$$

Besarnya peluang untuk setiap sub kelompok adalah sebagai berikut :

- Sub Kelompok 1P < 20%
- Sub Kelompok 2P < 40%

- Sub Kelompok 3P < 60%
- Sub Kelompok 4P < 80%
- Sub Kelompok 5P > 80%

$$\begin{aligned} \text{Derajat kebebasan (Dk)} &= k - (P + 1) \\ &= 5 - (2 + 1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

Dengan derajat kepercayaan  $\alpha = 5\%$ , dan  $Dk = 2$ . Maka  $X^2_{cr} = 5,991$  (dilihat dari tabel Uji Chi-Kuadrat)

### 1. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

Tabel 4.8 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

NO	Interval	Jumlah data		Oi-Ei	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	Sub kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	R > 101,1977	1	2	-1	0,5
2	101,1977 - 88,6454	3	2	1	0,5
3	88,6454 - 79,7898	2	2	0	0
4	79,7898 - 71,2524	2	2	0	0
5	R < 71,2524	2	2	0	0
Jumlah		10	10		1

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Dimana :

O<sub>i</sub> = Jumlah nilai pengamatann pada sub kelompok n.

$$Xh^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 1$$

$(Xh^2) < (X^2_{cr}) = 1 < 5,991 \rightarrow$  **HIPOTESA DITERIMA**

## 2. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal

Tabel 4.9 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Normal

NO	Interval	Jumlah data		Oi-Ei	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	Sub kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	R > 98,0593	2	2	0	0
2	98,0593 - 89,5680	2	2	0	0
3	89,5680 - 82,3720	2	2	0	0
4	82,3720 - 73,8807	1	2	-1	0,5
5	R < 73,8807	3	2	1	0,5
Jumlah		10	10		1

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Dimana :

O<sub>i</sub> = Jumlah nilai pengamatann pada sub kelompok n.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 1$$

( $\chi^2$ ) < ( $\chi^2_{cr}$ ) = 1 < 5,991 → **HIPOTESA DITERIMA**

## 3. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.10 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III

NO	Interval	Jumlah data		Oi-Ei	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
	Sub kelompok	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	R < 1,8672	3	2	1	0,5
2	1,8672 < 1,9105	1	2	-1	0,5
3	1,9105 < 1,9472	2	2	0	0
4	1,9472 < 1,9905	2	2	0	0
5	R > 1,9905	2	2	0	0
Jumlah		10	10		1

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Nilai batas :

$$X = \text{Log } Xr + (K \cdot Sd \text{ Log } X)$$

- Peluang = 0,8  
K = - 0,84  
X =  $1,929 + (- 0,84 \cdot 0,0734)$   
= 1,8672
- Peluang = 0,6  
K = - 0,25  
X =  $1,929 + (- 0,25 \cdot 0,0734)$   
= 1,9106
- Peluan = 0,4  
K = 0,25  
X =  $1,929 + ( 0,25 \cdot 0,0734)$   
= 1,9472
- Peluang = 0,2  
K = 0,84  
X =  $1,929 + ( 0,84 \cdot 0,0734)$   
= 1,9905

Dimana :

O<sub>i</sub> = Jumlah nilai pengamatann pada sub kelompok n.

$$Xh^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 1$$

$(Xh^2) < (X^2_{cr}) = 1 < 5,991 \rightarrow$  **HIPOTESA DITERIMA**

#### 4.1.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

##### 1. Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Gumbel

Tabel 4.11 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Gumbel

Tahun	m	$X_i$	$P(X_i)$	$f(t)$	$Y_t$	T	$P'(X_i)$	D
2017	1	109,6	0,0909	1,64	2,0507	8,2840	0,1207	0,0298
2020	2	99,8	0,1818	0,96	1,4053	4,5970	0,2175	0,0357
2016	3	97,8	0,2727	0,82	1,2736	4,0970	0,2441	-0,0286
2021	4	95,0	0,3636	0,63	1,0892	3,5000	0,2857	-0,0779
2013	5	86,2	0,4545	0,02	0,5097	2,2130	0,4519	-0,0027
2014	6	84,2	0,5455	-0,12	0,3780	2,0160	0,4960	-0,0494
2012	7	79,2	0,6364	-0,47	0,0487	1,6281	0,6142	-0,0222
2019	8	72,2	0,7273	-0,96	-0,4123	1,2835	0,7791	0,0518
2018	9	68,6	0,8182	-1,21	-0,6493	1,1730	0,8525	0,0343
2015	10	67,2	0,9091	-1,30	-0,7415	1,1397	0,8774	-0,0317

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut. Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2017 dengan tinggi hujan = 109,6 mm didapat :

$$\begin{aligned}
 m \text{ (peringkat / nomor rangking)} &= 1 \\
 n \text{ (jumlah data hujan)} &= 10 \\
 X_r \text{ (X rata-rata)} &= 85,98 \\
 S_d &= 14,42 \\
 Y_n &= 0,4952 \\
 S_n &= 0,9496
 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$P(X_i) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(10+1)} = 0,0909$$

Nilai  $f(t)$  dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(X_i - X_r)}{S_d} = \frac{(109,6 - 85,98)}{14,42} = 1,6380$$



Nilai  $Y_t$  dapat dicari dengan rumus :

$$Kt = \frac{(Y_t - Y_n)}{Sn}$$

Sehingga :

$$Y_t = Kt \cdot Sn + Y_n = 1,638 \cdot 0,9496 + 0,4952 = 2,0506$$

Menghitung periode ulang (T) dengan *trial error* dimana :

$$Y_t = -\ln\left(-\ln\frac{(T-1)}{T}\right)$$

Dengan  $Y_t = 2,0506$ ; di dapatkan periode ulang (T) = 8,310 tahun  
Menghitung probabilitas peluang teoritis ( $P'(X_i)$ ) dengan rumus :

$$P'(X_i) = \frac{1}{T} = \frac{1}{8,310} = 0,121$$

Menghitung simpangan (D) dengan rumus :

$$D = P'(X) - P(X) = 0,121 - 0,091 = 0,0519$$

Dari perhitungan Tabel 4.11 didapatkan nilai  $D_{\max} = 0,0518$  pada data peringakt 8. Dengan menggunakan Tabel 2.3 Nilai Kritis  $D_0$  untuk Smirnov-Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5% dan  $n = 10$ , maka nilai  $D_0 = 0,41$ . Sehingga :

$D_{\max} < D_0 = 0,0518 < 0,41 \longrightarrow$  **HIPOTESA DITERIMA**

## 2. Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal

Tabel 4.12 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Normal

Tahun	m	Xi	P(Xi)	P(Xi<)	f(t)	P'(Xi<)	P'(Xi)	D
2017	1	109,6	0,0909	0,9091	1,64	0,9406	0,0594	-0,0315
2020	2	99,8	0,1818	0,8182	0,96	0,7996	0,2004	0,0186
2016	3	97,8	0,2727	0,7273	0,82	0,7823	0,2177	-0,0550
2021	4	95,0	0,3636	0,6364	0,63	0,7157	0,2843	-0,0793
2013	5	86,2	0,4545	0,5455	0,02	0,4920	0,5080	0,0535
2014	6	84,2	0,5455	0,4545	-0,12	0,4483	0,5517	0,0062
2012	7	79,2	0,6364	0,3636	-0,47	0,3192	0,6808	0,0444
2019	8	72,2	0,7273	0,2727	-0,96	0,1685	0,8315	0,1042
2018	9	68,6	0,8182	0,1818	-1,21	0,1131	0,8869	0,0687
2015	10	67,2	0,9091	0,0909	-1,30	0,0968	0,9032	-0,0059

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut. Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2017 dengan tinggi hujan = 109,6 mm didapat :

$$\begin{aligned}
 m \text{ (peringkat / nomor ranking)} &= 1 \\
 n \text{ (jumlah data hujan)} &= 10 \\
 X_r \text{ (X rata-rata)} &= 85,98 \\
 S_d &= 14,42 \\
 Y_n &= 0,4952 \\
 S_n &= 0,9496
 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$P(X_i) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(10+1)} = 0,091$$

Besarnya  $P(X_i <)$  dapat dicari dengan rumus :

$$P(X_i <) = 1 - P(X_i) = 1 - 0,091 = 0,909$$

Nilai  $f(t)$  dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(X_i - X_r)}{S_d} = \frac{(109,6 - 85,98)}{14,42} = 1,64$$

Besarnya peluang teoritis  $P'(X_i)$  dicari dengan menggunakan tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai  $f(t)$ .

Dari tabel dengan nilai  $f(t) = 1,64 \longrightarrow P'(X_i <) = 0,941$

Sehingga besarnya  $P'(X)$  :

$$P'(X_i) = 1 - P'(X_i <) = 1 - 0,941 = 0,059$$

Menghitung simpangan ( $\Delta P$ ) dengan rumus :

$$D = P'(X_i) - P(X_i) = 0,059 - 0,091 = -0,0315$$

Dari perhitungan Tabel 4.12 didapatkan nilai  $D_{\max} = 0,1042$  pada data peringakt 8. Dengan menggunakan Tabel 2.3 Nilai Kritis  $D_0$  untuk Smirnov-Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5% dan  $n = 10$ , maka nilai  $D_0 = 0,41$ . Sehingga :

$D_{\max} < D_0 = 0,1042 < 0,41 \longrightarrow$  **HIPOTESA** **DITERIMA**

### 3. Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.13 Uji Smirnov-Kolmogorov Distribusi Log Pearson Type III

Tahun	m	$X_i$	$\text{Log } X_i$	$P(\text{Log } X_i)$	$P(\text{Log } X_{i-1})$	$f(t)$	$P'(X_{i-1})$	$P'(X_i)$	D
2017	1	109,6	2,0398	0,0909	0,9091	1,52	0,9357	0,0643	-0,0266
2020	2	99,8	1,9991	0,1818	0,8182	0,96	0,8315	0,1685	-0,0133
2016	3	97,8	1,9903	0,2727	0,7273	0,84	0,7995	0,2005	-0,0722
2021	4	95,0	1,9777	0,3636	0,6364	0,67	0,7486	0,2514	-0,1122
2013	5	86,2	1,9355	0,4545	0,5455	0,09	0,5359	0,4641	0,0096
2014	6	84,2	1,9253	0,5455	0,4545	-0,05	0,4801	0,5199	-0,0256
2012	7	79,2	1,8987	0,6364	0,3636	-0,41	0,3409	0,6591	0,0227
2019	8	72,2	1,8585	0,7273	0,2727	-0,96	0,1685	0,8315	0,1042
2018	9	68,6	1,8363	0,8182	0,1818	-1,27	0,1020	0,8980	0,0798
2015	10	67,2	1,8274	0,9091	0,0909	-1,39	0,0823	0,9177	0,0086

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut. Dari Tabel 4.1 untuk data hujan tahun 2017 dengan tinggi hujan = 109,6 mm didapat :

m (peringkat / nomor rangking)	= 1
n (jumlah data hujan)	= 10
Log Xr (Log X rata-rata)	= 1,929
S Log Xr	= 0,073

Dengan rumus peluang :

$$P(\text{Log } X_i) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(10+1)} = 0,091$$

Besarnya  $P(\text{Log } X_i <)$  dapat dicari dengan rumus :

$$P(\text{Log } X_i <) = 1 - P(\text{Log } X_i) = 1 - 0,091 = 0,909$$

Nilai  $f(t)$  dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(\text{Log } X_i - \text{Log } X_r)}{S \text{ Log } X} = \frac{(2,0398 - 1,929)}{0,073} = 1,52$$

Besarnya peluang teoritis  $P'(\text{Log } X_i)$  dicari dengan menggunakan tabel wilayah luas dibawah kurva normal, dari nilai  $f(t)$ .

Dari tabel dengan nilai  $f(t) = 1,52 \rightarrow P'(\text{Log } X_i <) = 0,9357$

Sehingga besarnya  $P'(\text{Log } X_i)$  :

$$P'(\text{Log } X_i) = 1 - P'(X_i <) = 1 - 0,9357 = 0,0643$$

Menghitung simpangan ( $\Delta P$ ) dengan rumus :

$$D = P'(\text{Log } X_i) - P(\text{Log } X_i) = 0,0643 - 0,091 = -0,0266$$

Dari perhitungan Tabel 4.13 didapatkan nilai  $D_{\max} = 0,1042$  pada data peringkat 8. Dengan menggunakan Tabel 2.3 Nilai Kritis  $D_0$  untuk Smirnov-Kolmogorov, untuk derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) = 5% dan  $n = 10$ , maka nilai  $D_0 = 0,41$ . Sehingga :

$D_{\max} < D_0 = 0,1042 < 0,41 \rightarrow$  **HIPOTESA** **DITERIMA**

#### 4.1.4 Kesimpulan Analisis Frekuensi

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil Uji Kecocokan untuk menentukan persamaan distribusi yang dipakai ditampilkan dalam Tabel 4.14 sebagai berikut :

Tabel 4.14 Kesimpulan Uji Kecocokan

Pers. Distribusi	Uji Kecocokan							
	Uji Chi-Kuadrat				Uji Smirnov-Kolmogorov			
	$Xh^2$	Nilai	$X^2_{cr}$	Ket.	$D_{max}$	Nilai	Do	Ket.
Gumbel	1	<	5,991	<b>OK</b>	0,0519	<	0,41	<b>OK</b>
Normal	1	<	5,991	<b>OK</b>	0,1042	<	0,41	<b>OK</b>
Log Pearson Type III	3	<	5,991	<b>OK</b>	0,1042	<	0,41	<b>OK</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua persamaan distribusi dapat diterima. Oleh karena itu diambil dengan nilai  $Xh^2$  dan  $D_{max}$  terkecil yaitu pada Persamaan Distribusi Gumbel yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan curah hujan ulang.

#### 4.1.5 Koefisien Pengaliran

Koefisien limpasan/pengaliran adalah variabel untuk menentukan besarnya limpasan permukaan tersebut dimana penentuannya pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan jatuh di daerah tersebut.

Tabel 4.15 Luas Daerah Cangkupan Saluran.

Nama Saluran	Luas Daerah (ha)	Panjang Saluran (m)
Tersier 1	11,954	6471
Tersier 2	2,9303	1255
Tersier 3	0,9766	800
Tersier 4	4,2225	2144
Sekunder 2	0,6231	781
Sekunder 1	0,7073	470
Primer Sawahan	1,1915	502
Primer Asemrowo	3,3725	885
Primer Krembangan	9,0056	1239

(Sumber : Dinas PU Pematusan Kota Surabaya, 2022)

- Perhitungan koefisien pengaliran Tersier 1 :

$C_1$  = Pemukiman (0,60 – 0,75).

$C_2$  = Jalan paving atau bata (0,70 – 0,85).

$A_1$  = Area pemukiman (ha).

$A_2$  = Area jalan paving atau bata (ha).

$$C = \frac{C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C = \frac{(0,75 \cdot 5,6886) + (0,85 \cdot 6,254)}{11,954} = 0,8024$$

Tabel 4.16 Data Karakteristik Saluran

No	Nama Saluran	Tipe Saluran	Lahan	Luas Area (ha)	A (ha)	Koef. Pengaliran C(%)	A.C	C Gabungan
1	Tersier 1	Tersier (T)	Pemukiman	11,954	5,6886	0,75	4,2665	0,8024
			Jalan Paping		6,2654	0,85	5,3256	
			Total		11,954			
2	Tersier 2	Tersier (T)	Pemukiman	2,9303	2,7036	0,75	2,0277	0,7577
			Jalan Paping		0,2267	0,85	0,1927	
			Total		2,9303			
3	Tersier 3	Tersier (T)	Pemukiman	0,9766	0,8669	0,75	0,6502	0,7612
			Jalan Paping		0,1097	0,85	0,0932	
			Total		0,9766			
4	Tersier 4	Tersier (T)	Pemukiman	4,2225	3,8578	0,75	2,8934	0,7586
			Jalan Paping		0,3647	0,85	0,3100	
			Total		4,2225			
5	Sekunder 2	Sekunder (S)	Pemukiman	0,6231	0,2739	0,75	0,2054	0,8621
			Jalan Aspal		0,3492	0,95	0,3317	
			Total		0,6231			
6	Sekunder 1	Sekunder (S)	Pemukiman	0,7073	0,6652	0,75	0,4989	0,7560
			Jalan Paping		0,0421	0,85	0,0358	
			Total		0,7073			

(Sumber : Dinas PU Pematusan Kota Surabaya, 2022)



Tabel 4.16 Data Karakteristik Saluran (Lanjutan)

No	Nama Saluran	Tipe Saluran	Lahan	Luas Area (ha)	A (ha)	Koef. Pengaliran C(%)	A.C	C Gabungan
7	Primer Sawahan	Primer (P)	Pemukiman	1,1915	1,0116	0,75	0,7587	0,7651
			Jalan Paping		0,1799	0,85	0,1529	
			Total		1,1915			
8	Primer Asemrowo	Primer (P)	Pemukiman	3,3725	2,7865	0,75	2,0899	0,7848
			Jalan Aspal		0,586	0,95	0,5567	
			Total		3,3725			
9	Primer Krembangan	Primer (P)	Pemukiman	9,0056	8,2246	0,75	6,1685	0,7587
			Jalan Paping		0,7810	0,85	0,6639	
			Total		9,0056			

(Sumber : Dinas PU Pematusan Kota Surabaya, 2022)

#### 4.1.6 Perhitungan Analisis Konsentrasi Hujan

Dalam perhitungan analisis konsentrasi hujan dihitung seperti contoh pengerjaan berikut :

Contoh Kemiringan saluran (S) Tersier 1

$$(S) = \frac{H}{0,9 \cdot L}$$

$$(S) = \frac{3,72 - 2,92}{0,9 \cdot 6471}$$

$$(S) = 0,000137$$

Contoh perhitungan nilai tc Tersier 1

$$tc = \left( \frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385}$$

$$tc = \left( \frac{0,87 \cdot 6471^2}{1000 \cdot 0,000137} \right)^{0,385}$$

$$tc = 13,75029 \text{ jam}$$

Tabel 4.17 Data Saluran

Nama Saluran	Bentuk	Luas (ha)	Panjang (m)	Lebar (m)		Kedalaman Saluran (m)	Elevasi Muka Air		Elevasi Dasar Sal.		nd	S
				Atas	Bawah		Awal	Akhir	Awal	Akhir		
Tersier 1	Trapesium	11,954	6471	0,5	0,3	0,8	3,97	3,72	3,17	2,92	0,017	0,000137
Tersier 2	Trapesium	2,9303	1255	0,5	0,3	0,8	3,75	3,6	2,95	2,8	0,017	0,000708
Tersier 3	Trapesium	0,9766	800	0,5	0,3	0,8	3,53	3,48	2,73	2,68	0,017	0,001111
Tersier 4	Trapesium	4,2225	2144	0,5	0,3	0,8	3,45	3,37	2,65	2,57	0,017	0,000415
Sekunder 2	Trapesium	0,6231	781	0,5	0,3	0,8	2,75	2,31	1,95	1,51	0,017	0,001138
Sekunder 1	Trapesium	0,7073	470	9,5	7,5	2	4,65	4,12	2,65	2,12	0,017	0,004726
Primer Sawahan	Trapesium	1,1915	502	13	11	3	4,86	4,33	1,86	1,33	0,017	0,006644
Primer Asemrowo	Trapesium	3,3725	885	30	27	3	6,42	5,32	3,42	2,32	0,017	0,003765
Primer Krembangan	Trapesium	9,0056	1239	35	30	3	7,76	5,87	4,76	2,87	0,017	0,002690

(Sumber : Dinas PU Pematusan Kota Surabaya, 2022)

Tabel 4.18 Perhitungan tc

Nama Saluran	Panjang Saluran (m)	S	tc (jam)
Tersier 1	6471	0,000137	13,750
Tersier 2	1255	0,000708	2,477
Tersier 3	800	0,001111	0,894
Tersier 4	2144	0,000415	4,033
Sekunder 2	781	0,001138	0,626
Sekunder 1	470	0,004726	0,399
Primer Sawahan	502	0,006644	0,523
Primer Asemrowo	885	0,003765	1,451
Primer Krembangan	1,239	0,002690	3,517

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

#### 4.1.7 Perhitungan Intensitas Hujan

Dalam perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan metode Mononobe. Nilai curah hujan yang digunakan dari perhitungan distribusi Gumbel (lihat pada Tabel 4.3).

Contoh perhitungan intensitas hujan  $I_2$  Tersier 1 :

$$I_2 = \frac{R24}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_2 = \frac{84,0259}{24} \cdot \left(\frac{24}{13,750}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_2 = 5,075 \text{ mm/jam}$$

Contoh perhitungan intensitas hujan  $I_5$  Tersier 1 :

$$I_5 = \frac{R24}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_5 = \frac{101,237}{24} \cdot \left(\frac{24}{13,750}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_5 = 6,115 \text{ mm/jam}$$

Contoh perhitungan intensitas hujan  $I_{10}$  Tersier 1 :

$$I_{10} = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_{10} = \frac{112,6322}{24} \cdot \left(\frac{24}{13,750}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_{10} = 6,803 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Hujan

Nama Saluran	tc (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)		
		2 th	5th	10 th
		84,026	101,237	112,632
Tersier 1	13,750	5,075	6,115	6,803
Tersier 2	2,477	15,912	19,171	21,329
Tersier 3	0,894	31,399	37,830	42,088
Tersier 4	4,033	11,497	13,852	15,411
Sekunder 2	0,626	39,791	47,941	53,337
Sekunder 1	0,399	53,727	64,732	72,018
Primer Sawahan	0,523	44,864	54,053	60,137
Primer Asemrowo	1,451	22,731	27,387	30,470
Primer Krembangan	3,517	12,595	15,175	16,883

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

#### 4.1.8 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Contoh perhitungan debit banjir rencana  $Q_2$  Tersier 1

$$Q_2 = 0,00278 \cdot C \cdot It \cdot A$$

$$Q_2 = 0,00278 \cdot 0,8024 \cdot 5,075 \cdot 11,954$$

$$Q_2 = 0,1353 \text{ m}^3/\text{det}$$

Contoh perhitungan debit banjir rencana  $Q_5$  Tersier 1

$$Q_5 = 0,00278 \cdot C \cdot It \cdot A$$

$$Q_5 = 0,00278 \cdot 0,8024 \cdot 6,115 \cdot 11,954$$

$$Q_5 = 0,1631 \text{ m}^3/\text{det}$$

Contoh perhitungan debit banjir rencana  $Q_{10}$  Tersier 1

$$Q_2 = 0,00278 \cdot C \cdot It \cdot A$$

$$Q_2 = 0,00278 \cdot 0,8024 \cdot 6,803 \cdot 11,954$$

$$Q_2 = 0,1814 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan debit banjir rencana akan di jelaskan dalam Tabel 4.20

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Debit Rencana

Nama Saluran	C Gabung	Intensitas Hujan (mm/jam)			A (ha)	Q (m <sup>3</sup> /det)		
		2 thn	5 thn	10 thn		2 th	5th	10 th
Tersier 1	0,802	5,075	6,115	6,803	11,954	0,1353	0,1631	0,1814
Tersier 2	0,758	15,912	19,171	21,329	2,930	0,0982	0,1183	0,1317
Tersier 3	0,761	31,399	37,830	42,088	0,977	0,0649	0,0782	0,0870
Tersier 4	0,759	11,497	13,852	15,411	4,223	0,1024	0,1234	0,1372
Sekunder 2	0,862	39,791	47,941	53,337	0,623	0,0594	0,0716	0,0796
Sekunder 1	0,756	53,727	64,732	72,018	0,707	0,0799	0,0962	0,1070
Primer Sawahan	0,765	44,864	54,053	60,137	1,192	0,1137	0,1370	0,1524
Primer Asemrowo	0,785	22,731	27,387	30,470	3,373	0,1672	0,2015	0,2242
Primer Krembangan	0,767	12,595	15,175	16,883	9,006	0,24195	0,29151	0,32433

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

## 4.2 Analisis Hidrolika

Analisa Hidrolika dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung debit rencana, (debit yang dicari  $Q_2$  tahun,  $Q_5$  tahun,  $Q_{10}$  tahun). Dengan perhitungan sebagai berikut :

- Contoh perhitungan evaluasi ruas Tersier 1 (penampang trapezium, kala ulang tahun 2 tahun).

$$\text{Debit saluran (Q)} = 0,0,1353 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Kedalaman saluran (h)} = 0,8 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan dinding saluran (z)} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien } \textit{maning} \text{ (n)} = 0,017$$

$$\text{Kemiringan dasar saluran (S)} = 0,000137$$

$$\text{Panjang saluran (L)} = 6471 \text{ m}$$

$$\text{Lebar saluran (b)} = 0,3 \text{ m}$$

Luas Penampang basah :

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

$$A = (0,3 + 0,2 \cdot 0,8) \cdot 0,8$$

$$A = 0,368 \text{ m}^2$$

Keliling basah :

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

$$P = 0,3 + (2 \cdot 0,8) \cdot \sqrt{1 + 0,2^2}$$

$$P = 1,932 \text{ m}$$



Jari-jari hidrols :

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

$$R = \frac{0,368}{1,932}$$

$$R = 0,191 \text{ m}$$

Kecepatan aliran :

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

$$V = \frac{1}{0,017} \cdot 0,191^{\frac{2}{3}} \cdot 0,000137^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,228 \text{ m/det}$$

Debit saluran :

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,228 \cdot 0,368$$

$$Q = 0,0840 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan hasil rekapitulasi saluran eksisting kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun akan dijelaskan dalam Tabel 4.21 – Tabel 4.23.

Tabel 4.21 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting Q<sub>2</sub>

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,000137	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,932	0,191	0,228	0,0840	0,1353	<b>TIDAK MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,000708	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,932	0,191	0,518	0,1907	0,0982	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,001111	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,932	0,191	0,649	0,2389	0,0649	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,000415	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,932	0,191	0,397	0,1459	0,1024	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,001138	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,932	0,191	0,657	0,2418	0,0594	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,004726	0,017	Trapeسيوم	7,5	2	23,000	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0799	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,006644	0,017	Trapeسيوم	11	3	51,000	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1137	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,003765	0,017	Trapeسيوم	27	3	108,000	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,1672	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,002690	0,017	Trapeسيوم	30	3	135,000	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2420	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.22 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting Q<sub>5</sub>

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,2283	0,0840	0,16306	<b>TIDAK MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,5183	0,19072	0,11834	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,6493	0,23893	0,07818	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,3965	0,14593	0,12336	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,4	1,9317	0,1905	0,6571	0,24182	0,07159	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapeسيوم	7,5	2	23,00	16,444	1,3987	5,0574	116,319	0,09621	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapeسيوم	11	3	51	24,416	2,0888	7,8348	399,576	0,13699	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapeسيوم	27	3	108,00	45,974	2,3492	6,378	688,828	0,2015	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapeسيوم	30	3	135,00	60,594	2,2279	5,2044	702,588	0,29151	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.23 Hasil Rekapitulasi Kapasitas Saluran Eksisting  $Q_{10}$ 

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,2283	0,084	0,18142	<b>TIDAK MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,5183	0,19072	0,13166	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,6493	0,23893	0,08698	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,368	1,9317	0,1905	0,3965	0,14593	0,13724	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapeسيوم	0,3	0,8	0,4	1,9317	0,1905	0,6571	0,24182	0,07965	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapeسيوم	7,5	2	23,00	16,444	1,3987	5,0574	116,319	0,10704	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapeسيوم	11	3	51	24,416	2,0888	7,8348	399,576	0,15241	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapeسيوم	27	3	108,00	45,974	2,3492	6,378	688,828	0,22418	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapeسيوم	30	3	135,00	60,594	2,2279	5,2044	702,588	0,32433	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

### 4.3 Evaluasi Saluran Eksisting Terhadap Debit Banjir Rencana

Dalam mengevaluasi saluran eksisting salah satu langkah yang dapat diambil dengan memperbesar penampang dalam saluran serta memperdalam saluran. Untuk kondisi eksisting akan ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.24 Kondisi Eksisting Ukuran Saluran

Nama Saluran	Lebar permukaan (m)	Lebar dasar (m)	Kedalaman (m)
Tersier 1	0,5	0,3	0,8
Tersier 2	0,5	0,3	0,8
Tersier 3	0,5	0,3	0,8
Tersier 4	0,5	0,3	0,8
Sekunder 2	0,5	0,3	0,8
Sekunder 1	9,5	7,5	2
Primer Sawahan	13	11	3
Primer Asemrowo	30	27	3
Primer Krembangan	35	30	3

(Sumber : Olahan Penulis, 2022)

Berikut hasil *redesign* untuk saluran yang digunakan agar dapat menampung jumlah hujan maks dalam kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun :

Tabel 4.25 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 1

Nama Saluran	Lebar permukaan (m)	Lebar dasar (m)	Kedalaman (m)
Tersier 1	0,8	0,6	0,8
Tersier 2	0,8	0,6	0,8
Tersier 3	0,8	0,6	0,8
Tersier 4	0,8	0,6	0,8
Sekunder 2	0,8	0,6	0,8
Sekunder 1	9,5	7,5	2
Primer Sawahan	13	11	3
Primer Asemrowo	30	27	3
Primer Krembangan	35	30	3

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Berikut hasil untuk *redesign* tahap 1 yang akan ditampilkan dalam Tabel 4.26 - Tabel 4.28 :

Tabel 4.26 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>2</sub> Tahap 1

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,290	0,1762	0,1353	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,658	0,4000	0,0982	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,824	0,5011	0,0649	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,503	0,3060	0,1024	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,834	0,5071	0,0594	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0799	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1137	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,1672	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2420	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.27 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>5</sub> Tahap 1

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,290	0,1762	0,1631	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,658	0,4000	0,1183	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,824	0,5011	0,0782	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,503	0,3060	0,1234	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,834	0,5071	0,0716	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapeسيوم	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0962	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapeسيوم	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1370	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapeسيوم	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,2015	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapeسيوم	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2915	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.28 Hasil Dimensi Saluran  $Q_{10}$  Tahap 1

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,290	0,1762	0,1814	<b>TIDAK MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,658	0,4000	0,1317	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,824	0,5011	0,0870	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,503	0,3060	0,1372	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapeسيوم	0,6	0,8	0,608	2,232	0,272	0,834	0,5071	0,0796	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapeسيوم	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,1070	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapeسيوم	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1524	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapeسيوم	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,2242	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapeسيوم	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,3243	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Berdasarkan hasil *redesign* tahap pertama saluran Tersier 1 kala ulang 10 tahun masih belum mampu menampung debit hujan. Maka dilanjutkan dengan *redesign* tahap ke dua dengan sebagai berikut :



- Ukuran *redesign* tahap 2.

Tabel 4.29 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 2

Nama Saluran	Lebar permukaan (m)	Lebar dasar (m)	Kedalaman (m)
Tersier 1	1	0,8	0,8
Tersier 2	1	0,8	0,8
Tersier 3	1	0,8	0,8
Tersier 4	1	0,8	0,8
Sekunder 2	1	0,8	0,8
Sekunder 1	9,5	7,5	2
Primer Sawahan	13	11	3
Primer Asemrowo	30	27	3
Primer Krembangan	35	30	3

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Untuk hasil dari perencanaan tahap 2 dapat dilihat pada Tabel 4.30 – Tabel 4.32. Berikut hasil perencanaan tahap 2 :

Tabel 4.30 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>2</sub> Tahap 2

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,431	0,5166	0,1353	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,978	1,1730	0,0982	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	1,225	1,4695	0,0649	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,748	0,8975	0,1024	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	1,239	1,4873	0,0594	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0799	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1137	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,1672	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2420	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.31 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>5</sub> Tahap 2

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,431	0,5166	0,1631	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,978	1,1730	0,1183	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	1,225	1,4695	0,0782	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	0,748	0,8975	0,1234	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	0,8	0,8	1,2	2,432	0,493	1,239	1,4873	0,0716	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0962	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1370	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,2015	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2915	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.32 Hasil Dimensi Saluran  $Q_{10}$  Tahap 2

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	0,8	0,8	0,64	2,432	0,263	0,283	0,1812	0,1814	<b>TIDAK MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	0,8	0,8	0,64	2,432	0,263	0,643	0,4114	0,1317	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	0,8	0,8	0,64	2,432	0,263	0,805	0,5154	0,0870	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	0,8	0,8	0,64	2,432	0,263	0,492	0,3148	0,1372	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	0,8	0,8	0,64	2,432	0,263	0,815	0,5217	0,0796	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	15,0	16,444	0,912	3,803	57,0503	0,1070	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	33,0	24,416	1,352	5,861	193,4218	0,1524	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	81,0	45,974	1,762	5,265	426,4615	0,2242	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	90,0	60,594	1,485	3,972	357,4498	0,3243	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Berdasarkan hasil *redesign* tahap ke dua saluran Tersier 1 kala ulang 10 tahun masih belum mampu menampung debit hujan. Maka dilanjutkan dengan *redesign* tahap ke tiga dengan sebagai berikut :

- Ukuran *redesign* tahap 2.

Tabel 4.33 Ukuran Dimensi Saluran Tahap 3

Nama Saluran	Lebar permukaan (m)	Lebar dasar (m)	Kedalaman (m)
Tersier 1	1,2	1	1
Tersier 2	1,2	1	1
Tersier 3	1,2	1	1
Tersier 4	1,2	1	1
Sekunder 2	1,2	1	1
Sekunder 1	9,5	7,5	2
Primer Sawahan	13	11	3
Primer Asemrowo	30	27	3
Primer Krembangan	35	30	3

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Untuk hasil dari perencanaan tahap 3 dapat dilihat pada Tabel 4.34 – Tabel 4.36. Berikut hasil perencanaan tahap 3 :

Tabel 4.34 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>2</sub> Tahap 3

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,371	0,4452	0,1353	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,842	1,0109	0,0982	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,055	1,2664	0,0649	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,645	0,7735	0,1024	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,068	1,2817	0,0594	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0799	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1137	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,1672	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2420	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitunga, 2022)

Tabel 4.35 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>5</sub> Tahap 3

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,371	0,4452	0,1631	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,842	1,0109	0,1183	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,055	1,2664	0,0782	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,645	0,7735	0,1234	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,068	1,2817	0,0716	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,0962	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1370	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,2015	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,2915	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitungan, 2022)

Tabel 4.36 Hasil Dimensi Saluran Q<sub>10</sub> Tahap 3

Nama Saluran	L	S	n	Jenis saluran	b	h	A	P	R	V	Q exst	Q renc	Kondisi
	(m)				(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	m <sup>3</sup> /det	m <sup>3</sup> /det	
Tersier 1	6471	0,00014	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,371	0,4452	0,1814	<b>MAMPU</b>
Tersier 2	1255	0,00071	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,842	1,0109	0,1317	<b>MAMPU</b>
Tersier 3	800	0,00111	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,055	1,2664	0,0870	<b>MAMPU</b>
Tersier 4	2144	0,00041	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	0,645	0,7735	0,1372	<b>MAMPU</b>
Sekunder 2	781	0,00114	0,017	Trapesium	1	1	1,2	3,040	0,395	1,068	1,2817	0,0796	<b>MAMPU</b>
Sekunder 1	470	0,00473	0,017	Trapesium	7,5	2	23	16,444	1,399	5,057	116,3194	0,1070	<b>MAMPU</b>
Primer Sawahan	502	0,00664	0,017	Trapesium	11	3	51	24,416	2,089	7,835	399,5758	0,1524	<b>MAMPU</b>
Primer Asemrowo	885	0,00376	0,017	Trapesium	27	3	108	45,974	2,349	6,378	688,8284	0,2242	<b>MAMPU</b>
Primer Krembangan	1239	0,00269	0,017	Trapesium	30	3	135	60,594	2,228	5,204	702,5875	0,3243	<b>MAMPU</b>

(Sumber : Data Perhitunga, 2022)

Berdasarkan hasil *redesign* tahap ke tiga seluruh saluran kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun mampu menampung debit hujan dengan penampang sebagai berikut :

- Saluran Tersier 1 dengan ukuran 1,2x1x1 m dan debit saluran = 0,30977 m<sup>3</sup>/detik.
- Saluran Tersier 2 dengan ukuran 1,2x1x1 m dan debit saluran = 0,70332 m<sup>3</sup>/detik.
- Saluran Tersier 3 dengan ukuran 1,2x1x1 m dan debit saluran = 0,88107 m<sup>3</sup>/detik.
- Saluran Tersier 4 dengan ukuran 1,2x1x1 m dan debit saluran = 0,538`2 m<sup>3</sup>/detik.
- Saluran Sekunder 2 dengan ukuran 1,2x1x1 m dan debit saluran = 2,08418 m<sup>3</sup>/detik.



*“Halaman sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kasus tingginya genangan yang sering terjadi ketika musim hujan tiba di kawasan pemukiman Simorejo dan sering menjadi langganan karena saluran drainase sudah tidak dapat menampung dan mengalirkan genangan. Untuk itu penelitian ini dimaksudkan untuk memunculkan alternatif penanggulangan permasalahan genangan tersebut. Setelah dilakukan penelitian dan analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jadi besarnya kapasitas tampung saluran drainase kawasan pemukiman Simorejo saluran tersier 1 =  $0,08 \text{ m}^3/\text{detik}$ , saluran tersier 2 =  $0,19 \text{ m}^3/\text{detik}$ , saluran tersier 3 =  $0,23 \text{ m}^3/\text{detik}$ , saluran tersier 4 =  $0,14 \text{ m}^3/\text{detik}$ , saluran sekunder 2 =  $0,24 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
2. Berdasarkan perhitungan debit rencana didapatkan hasil rata-rata debit rencana untuk saluran kawasan pemukiman Simorejo kala ulang 2 tahun saluran tersier 1-4 dan sakunder 2 =  $0,0921 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Rata-rata debit rencana kala ulang 5 tahun saluran tersier 1-4 dan sakunder 2 =  $0,1109 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Rata-rata debit rencana kala ulang 10 tahun saluran tersier 1-4 dan sakunder 2 =  $0,1234 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
3. Setelah dilakukan penelitian dan analisis pada saluran kawasan pemukiman Simorejo didapatkan hasil saluran eksisting dengan bentuk trapesium tidak mampu menampung curah hujan (banjir) dengan dimensi  $0,5 \times 0,3 \times 0,8 \text{ m}$ , maka diperlukan *redesign* penampang saluran. sehingga dihasilkan dimensi yang dapat menampung debit banjir yang ada pada saluran tersier 1-4 dan saluran sekunder 2 sebesar  $1,2 \times 1 \times 1 \text{ m}$ .

#### **3.1 Saran**

Setelah penelitian ini dilakukan, peneliti dapat memberikan saran untuk menanggulangi banjir sebagai berikut :

1. Diperlukannya perawatan secara berkala agar kondisi saluran tetap terjaga dan debit rancangan dapat tertampung dengan baik dalam saluran tanpa menimbulkan genangan dan banjir.
2. Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis jika menggunakan rumah pompa, akan tetapi dalam penerapan di berbagai kawasan penggunaan rumah pompa sangat efektif dalam penanggulangan banjir.

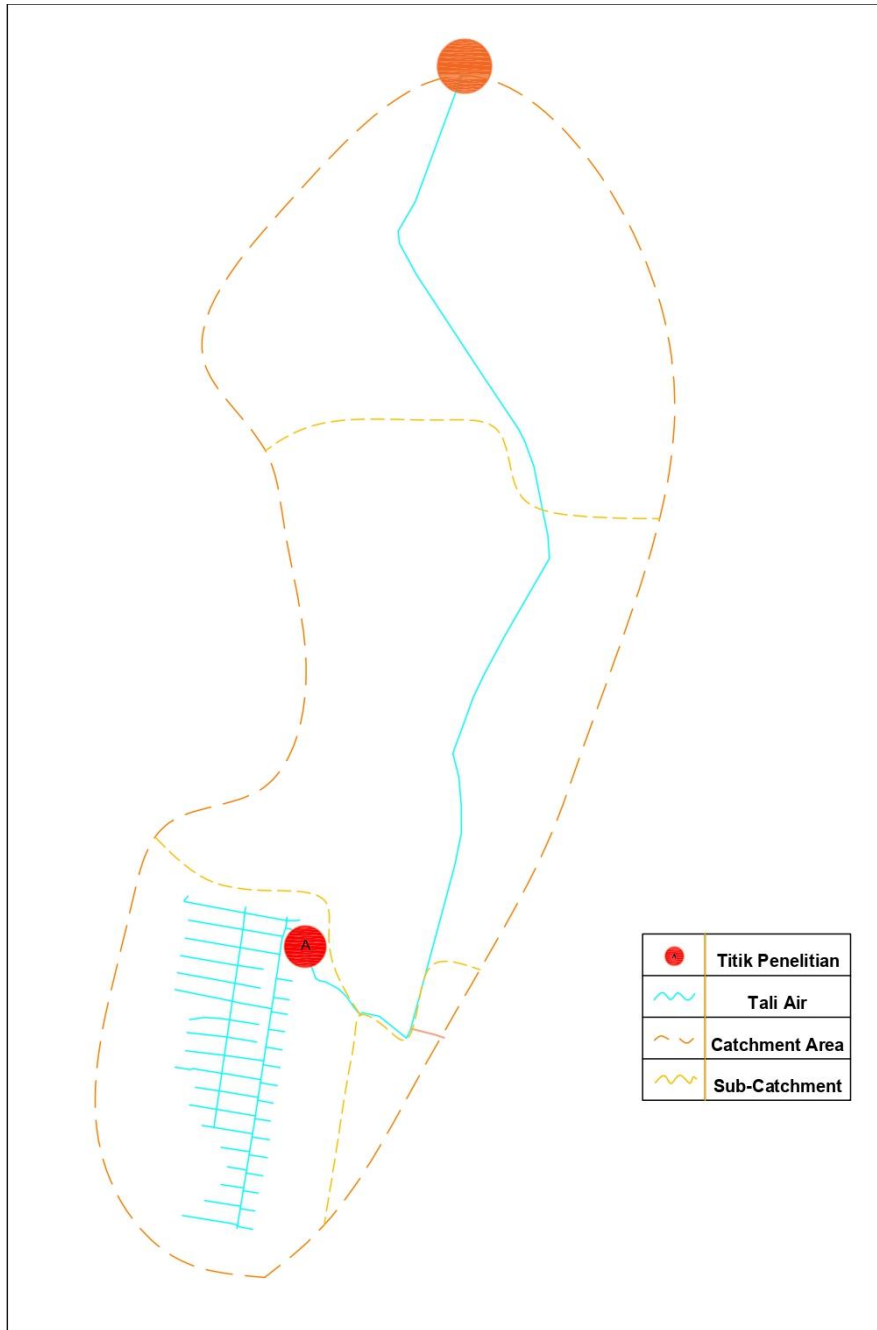
*“Halaman sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR PUSTAKA

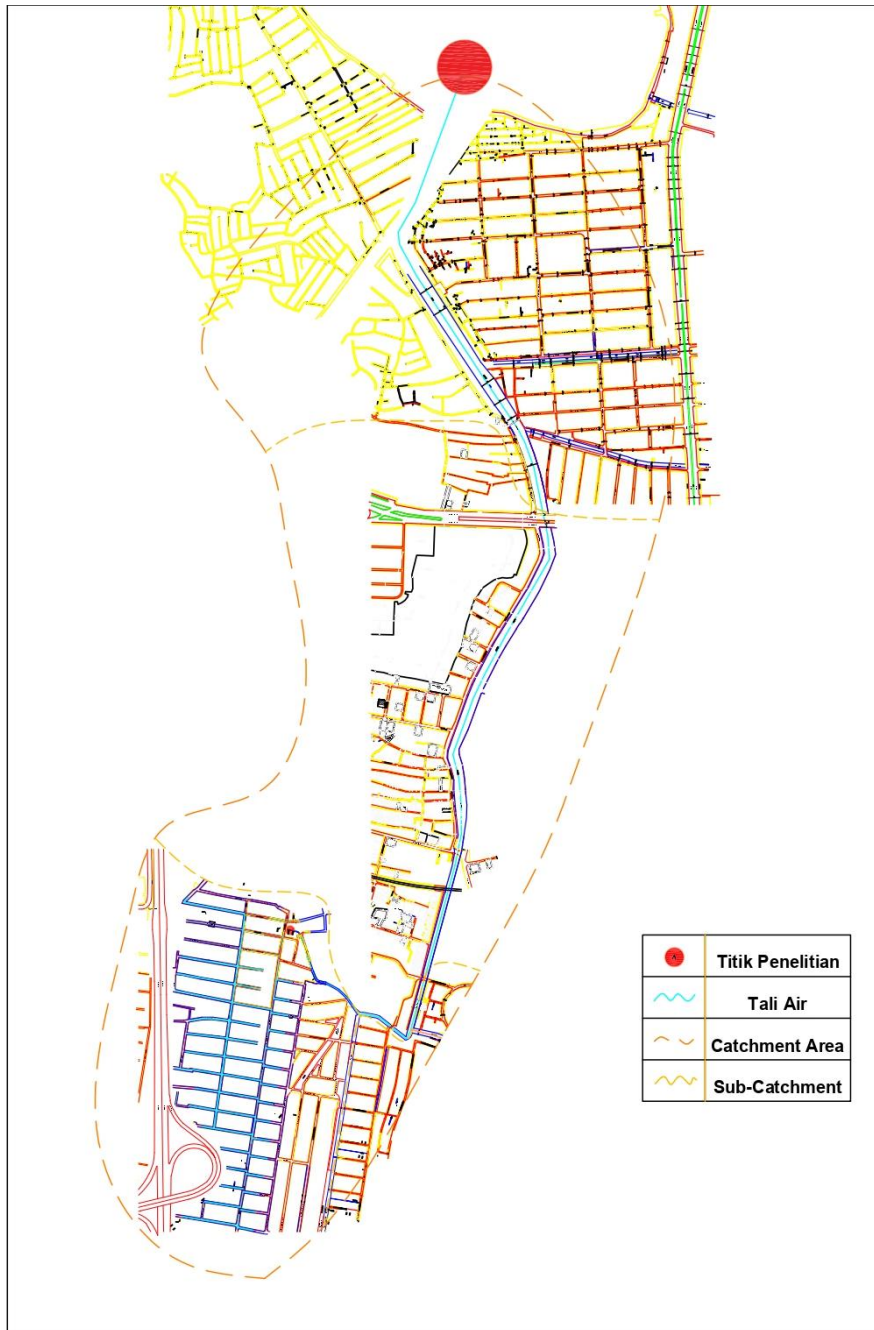
- Arifin, Muhamad. 2018. "Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Di Wilayah Purwokerto." *Jurnal Teknik Sipil* 13(1):53–65.
- Astika, Maeza Nurrisma, and Okik Hendriyanto Cahyonugroho. 2020. "Evaluasi Sistem Drainase Di Wilayah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo Dengan Software Hec-Ras." *EnviroUS* 1(1):55–64. doi: 10.33005/enviroUS.v1i1.19.
- Julmadian, Abda. 2021. "Tinjauan Sistem Drainase Jalan." *Orbith* 17(2):107–13.
- Kusuma, Wahyu Indra. 2017. "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo."
- Milliandi, M. Fahmi. 2022. "Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan Pada Kecamatan Medan Sunggal, Kota Medan."
- Nusantara, Danayanti Azmi Dewi. 2020. "Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Catchment Area Sub Sistem Bendul Merisi Kota Surabaya." *UKaRsT* 4(1):84. doi: 10.30737/ukarst.v4i1.689.
- Saves, Faradlillah. 2021. "Penerapan Ecodrainage Melalui Biopori Di Jalan Dukuh Kupang Surabaya." *Pawon: Jurnal Arsitektur* 5(2):185–200. doi: 10.36040/pawon.v5i2.3468.
- Taufik, Muhamad, Agung Setiawan, and Nur Cahyo. 2022. "EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KAWASAN PEMUKIMAN PADAT ( Studi Kasus Perumahan Prunas Desa Katerban Kecamatan Kutoarjo )." 6:20–26.

*“Halaman sengaja dikosongkan”*

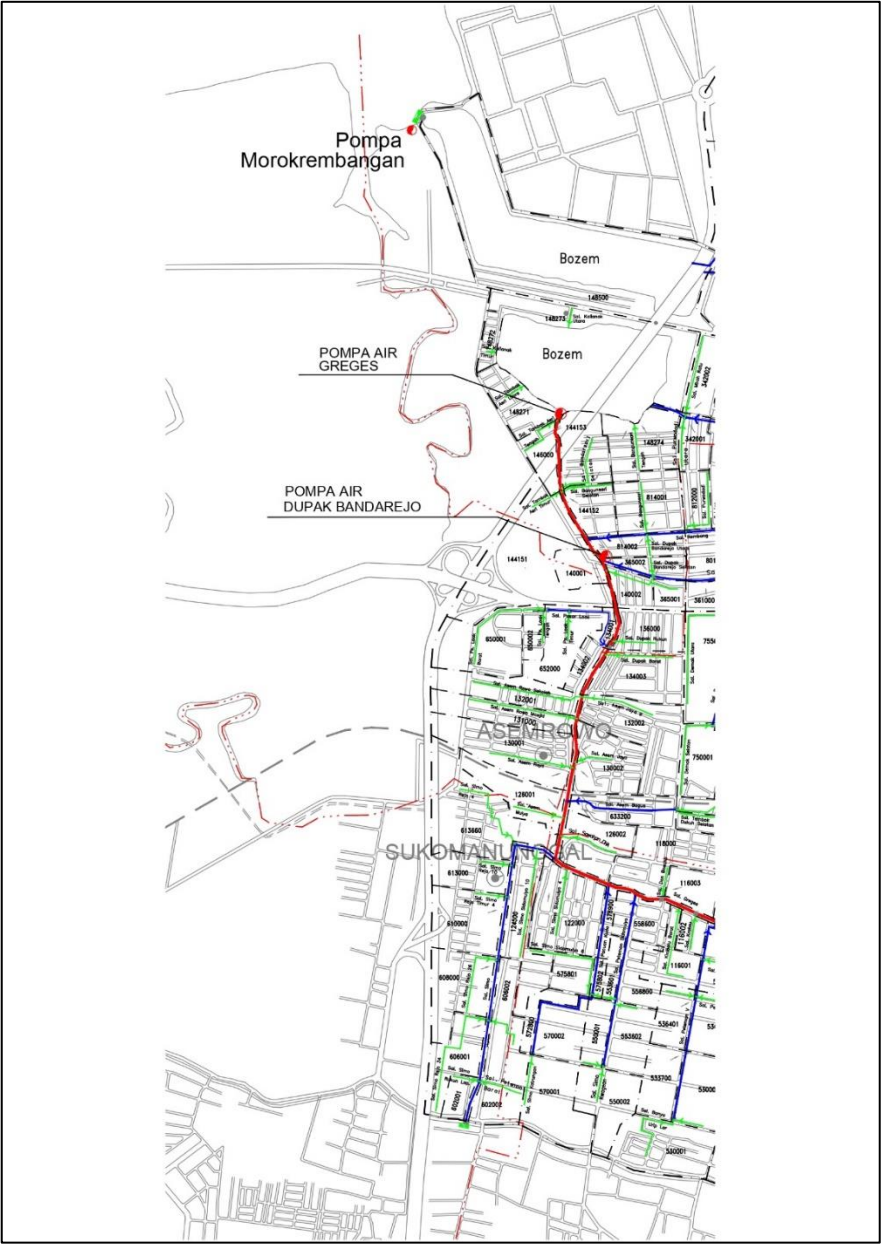
## LAMPIRAN



**Gambar 1.** Peta Catchment Area Studi

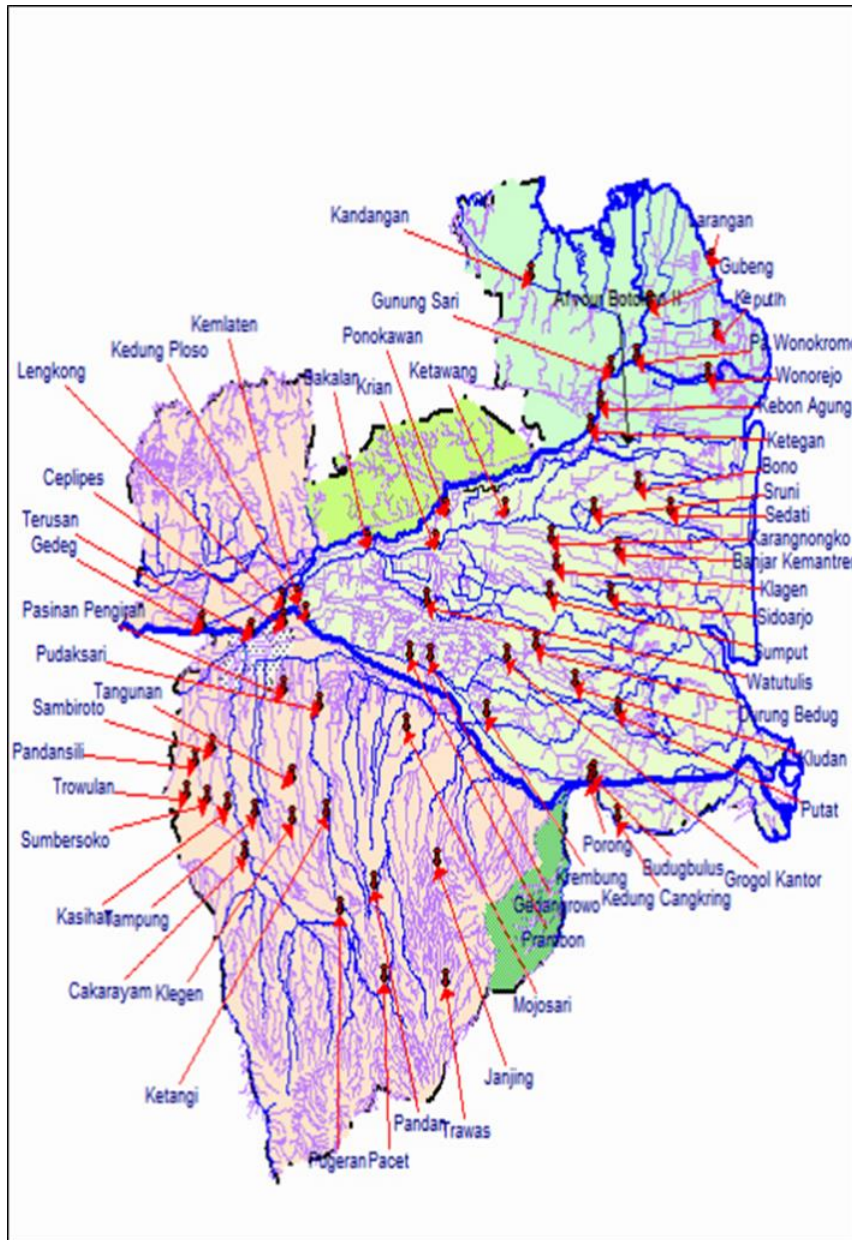


**Gambar 2.** Peta Area Studi



**Gambar 3.** Eksisting Aliran Greges

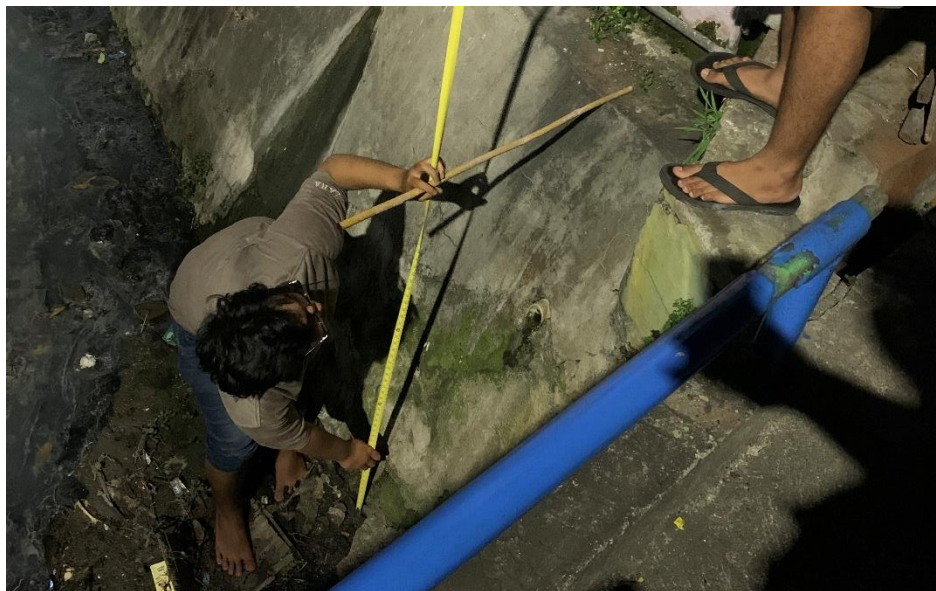




**Gambar 4.** Peta Stasiun Hujan Korwil Surabaya  
UPT. PSDA WS Brantas Di Kediri



**Gambar 5** Survey Saluran Sekunder 2



**Gambar 6** Survey Saluran Sekunder 1





**Gambar 7** Saluran Primer Sawahan



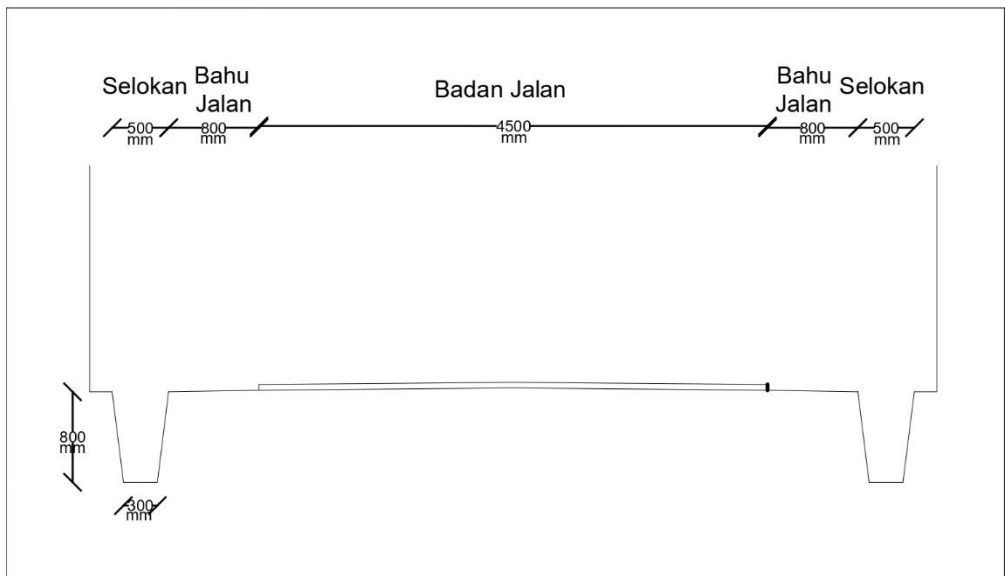
**Gambar 8** Saluran Primer Asemrowo



**Gambar 9** Saluran Primer Krembangan



**Gambar 10** Bozem Morokrembangan



**Gambar 11** Potongan Melintang Jalan

Keterangan **Gambar 11** : Berdasarkan potongan melintang jalan dapat diketahui bahwa jalan tersebut mampu untuk *redesign* penampang saluran dengan dimensi 1,2x1x1 m.