

**TUGAS AKHIR**

**TINJAUAN DRAINASE GEDUNG AL AZHAR  
INTERNATIONAL ISLAMIC BOARDING SCHOOL  
KABUPATEN KARANGANYAR  
*THE STUDY OF BUILDING DRAINAGE SYSTEM OF  
AL AZHAR INTERNATIONAL ISLAMIC BORADING  
SCHOOL IN KARANGANAYAR REGENCY, MIDDLE  
JAVA***

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil



**Fajar Sri Guntoro Miftahudin Rahmansyah  
15511189**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL-PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2023**

**TUGAS AKHIR**

**TINJAUAN DRAINASE GEDUNG AL AZHAR  
INTERNATIONAL ISLAMIC BOARDING SCHOOL  
KABUPATEN KARANGANYAR  
*THE STUDY OF BUILDING DRAINAGE SYSTEM OF  
AL AZHAR INTERNATIONAL ISLAMIC BORADING  
SCHOOL IN KARANGANAYAR REGENCY, MIDDLE  
JAVA***

Djsusun Oleh:

**Fajar Sri Guntoro Miftahudin Rahmansyah**



Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 30 Januari 2023  
Oleh Dewan Penguji

**Pembimbing**

**Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.**  
NIK: 855110102

**Penguji I**

**Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.**  
NIK: 885110106

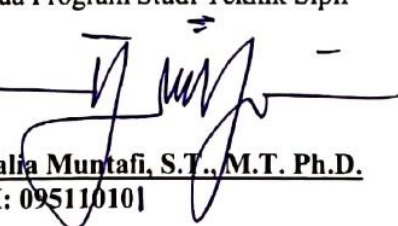
**Penguji II**

**Ir. Bambang Sulistivono, MSCE.**  
NIK: 8805140201

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



  
**Yunalia Muntafi, S.T., M.T. Ph.D.**  
NIK: 095110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Sri Guntoro Miftahudin Rahmansyah  
Nim : 15511189  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Tugas Akhir : Tinjauan Drainase Gedung Al Azhar International Islamic  
Boarding School Kabupaten Karanganyar

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir ini yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan yang diberikan oleh Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia adalah hasil dari karya saya sendiri. Adapun juga bagian-bagian tertentu di dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil dari karya orang lain telah dituliskan sumber-sumbernya secara jelas sesuai dengan norma yang berlaku, kaidah, dan etika dalam penulisan karya ilmiah. Apabila kemudian hari ditemukannya seluruh atau sebagian laporan dari Tugas Akhir saya ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, maka saya bersedia untuk menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.



*Soran 2023*  
Yogyakarta, 28 ~~Juni~~ 2021

Yang membuat pernyataan,

Fajar Sri Guntoro Miftahudin Rahmansyah  
(15511189)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warrohmatullohi Wabarokaatuh*

*Alhamdulillahirobbil 'Alamiin*, segala puji bagi Allah, Robb semesta alam. Serta Sholawat dan salam semoga tercurah senantiasa kepada Rasulullah saw beserta para keluarga, sahabat, dan para pengikutnya sampai akhir jaman.

Puji syukur kepada Allah atas segala kemudahan yang Allah berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat waktu guna untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta dengan judul **TINJAUAN DRAINASE GEDUNG AL AZHAR INTERNATIONAL ISLAMIC BOARDING SCHOOL KABUPATEN KARANGANYAR.**

Selama penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan dapat selesai dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak berupa bimbingan, arahan, saran, masukan, kritik, dan teman diskusi. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia
3. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., Dosen Pembimbing yang bukan hanya telah dengan sangat sabar memberikan bimbingan dan arahan, namun juga memberikan motivasi yang sangat besar kepada penulis sehingga penulis tidak patah semangat dalam menulis tugas akhir ini hingga selesai.
4. Kedua orang tua tercinta, atas segala doa, kasih sayang, dan jerih payah serta ridho yang diberikan kepada penulis sejak penulis kecil hingga saat ini.
5. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.

Dalam tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan segala bentuk masukan, kritik, dan saran yang membangun agar dapat membuat tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak orang. Aamiin.

*Wassalamu'alaikum warrohmatullohi wabarokaatuh.*

Yogyakarta, Februari 2023

Penulis

Fajar Sri Guntoro M.R

15511189



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.1.1 Perencanaan Sistem Drainase Studi kasus : Proyek pembangunan kompleks sekolah Al-Hasna oleh Arfian Ari Handoko	4
2.1.2 Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Josroyo Permai RW 11 Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar oleh Andy Yarzis Qurniawan	5
2.1.3 Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa) oleh Achmad Erwin Nurhamidin , M. Ihsan	

Jasin, Fuad Halim Antara Jalan Kaliurang Dan Sungai Pelang Kecamatan Depok Kabupaten	6
2.1.4 Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi Oleh Heri Giovan Pania dan H.Tangkudung, I.kawet, e.m.wuisan	7
2.1.5 Perencanaan Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara Oleh Deby Riandi	7
2.2 Perbandingan Penelitian	9
2.3 Keaslian Penelitian	12
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	13
3.1 Drainase	13
3.2 Analisis Hidrologi	13
3.2.1 Siklus Hidrologi	14
3.2.2 Hujan	15
3.2.3 Analisis Frekuensi	16
3.2.4 Hujan Rencana	19
3.2.5 Koefisien Aliran Limpasan	19
3.2.6 Waktu Konsentrasi	21
3.2.7 Intensitas Hujan	21
3.2.8 Debit Banjir Rencana	22
3.3 Analisa Hidraulika	23
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	26
4.2 Bahan dan Alat	27
4.3 Tahapan Penelitian	27
4.3.1 Pengambilan data	27
4.3.2 Tahapan Analisis Data	27
4.3.3 Pembahasan dan kesimpulan	28

4.4 Bagan Alir Penelitian	29
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>30</b>
5.1 Data	30
5.1.1 Data Curah Hujan	30
5.1.2 Bagan Eksisting Saluran Drainase	31
5.1.3 Data Eksisting Saluran Drainase	31
5.2 Analisis Hidrologi	32
5.2.1 Analisis Frekuensi Hujan Rencana	32
5.2.2 Menghitung Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )	37
5.2.3 Menghitung Intensitas Hujan	38
5.2.4 Analisis Debit Rencana	39
5.3 Analisis Hidraulika	42
5.4 Pembahasan	44
<b>BAB VI Kesimpulan dan Saran</b>	<b>45</b>
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>36</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>37</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian	9
Tabel 3.1 Analisis Frekuensi	17
Tabel 3.2 Persyaratan Distribusi	18
Tabel 3.3 Nilai koefisien aliran (C)	20
Tabel 3.4 Koeffisien manning (n)	24
Tabel 5.1 Curah Hujan Maksimum	30
Tabel 5.2 Eksisting Saluran Drainase	31
Tabel 5.3 Perhitungan parameter statistik	32
Tabel 5.4 Hujan Rencana Kala Ulang	37
Lanjutan Tabel 5.5 Nilai Tc tiap ruas saluran	38
Tabel 5.6 Hasil perhitungan intensitas hujan	39
Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien Alrian (C)	40
Tabel 5.8 Perhitungan debit banjir rencana	42
Tabel 5.9 Perhitungan kapasitas eksisting drainase	43
Tabel 5.10 Perbandingan Q kapasitas dan Q banjir kala ulang 2 tahun	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	26
Gambar 5.1 Bagan Alir Penelittian	29
Gambar 5.2 Bagan Eksisting Drainase	32



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AIIBS	= Al Azhar International Islamic Boarding School
DAS	= Daerah Aliran Sungai
Q	= Debit
I	= Curah Hujan
BMKG	= Badan Meteorologi dan Geofisika
$\bar{X}$	= Rata-rata hujan harian
S	= Simpangan Baku
Cv	= Koefisien Variasi
Cs	= Koefisien <i>Skewnes</i>
Ck	= Koefisien Kurtosis
K <sub>T</sub>	= Faktor Frekuensi kala ulang
X	= Hujan Maksimum Harian pertahun
Y	= Nilai Logaritmik dari x dengan periode ulang T
C	= Koefisien Aliran
T <sub>c</sub>	= Waktu Konsentrasi
R <sub>t</sub>	= Intesitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam)
A	= Luas Penampang Drainase
V	= Kecepatan Aliran
n	= Angka Cekasaran Manning
R	= Jari jari Hidraulik
S	= Kemiringan Saluran
P	= Keliling Basah
Q <sub>p</sub>	= Debit Banjir Rencana
Q <sub>c</sub>	= Debit Kapasitas Saluran
L	= Panjang Saluran
b	= Lebar Saluran
h	= Kedalaman Saluran

## ABSTRAK

Objek penelitian ini adalah drainase yang berada pada kompleks AAIBS (Al Azhar Islamic Boarding School) yang dimanfaatkan untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Di samping kompleks terdapat sungai kecil yang dapat mengalirkan air limpasan hujan, namun sering terjadi luapan air sungai saat intensitas hujan yang tinggi terjadi dalam waktu lama, oleh karena itu pihak kontraktor lebih memilih untuk mengandalkan jaringan drainase sendiri yang akan di alirkan ke saluran drainase kota Karanganyar daripada mengalirkannya ke sungai kecil di samping kawasan gedung sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana, kapasitas saluran drainase, dan memberikan solusi apabila ada bagian saluran drainase dengan kapasitas tidak memadai.

Dalam menentukan metode analisa distribusi hujan perlu dicari parameter statistik data hujan, kemudian ditentukan metode yang digunakan adalah Log Person III, adapun nilai  $t_c$  dicari menggunakan rumus kirpich, dan intensitas hujan dicari dengan persamaan Mononobe, dalam menentukan nilai debit rencana digunakan metode rasional, kemudian untuk analisis hidraulika saluran di gunakan persamaan Manning.

Dari hasil analisis diketahui debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun sebesar  $0,7636 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Seluruh saluran memiliki kapasitas yang cukup untuk mengalirkan debit rancangan. Namun dijumpai sering terjadi banjir yang terjadi dapat disebabkan penyebab lain seperti tumpukan sampah atau endapan lumpur di dalam saluran.

## ABSTRACT

*An object of this research was a drainage system of the AL Azhar Islamic Boarding School (AAIBS) building located in Karanganyar Regency, Middle Java. This building is a place for Junior High School students to study and learn many subjects based on the integrated Islamic curriculum. To provide a conducive environment for the students, the design of the building shall prevent any potential risks, one of which is flooding due to heavy rain. There are two options i.e. first, channeling the rainwater to a nearby small river, and second, creating a building drainage system. The first one was eliminated because it could not handle heavy rain, on many occasions, causing flooding. This research was meant to evaluate and analyze a drainage system that was suitable for the AAIBS building characteristics, namely design flood discharge, and drainage capacity.*

*The evaluation and analysis method was conducted through 4 stages. First, predicting a trend of the rain intensity in the location was based on the National Statistics Bureau data over a period of the last three years through relevant equations such as Log Person III, Kirpich, and Mononobe equations. Second, determining the design of flood discharge was conducted using a rational method. Third, drainage capacity was calculated using the Manning equation. Fourth, assessing the adequacy of the drainage system to handle daily rain.*

*Based on the evaluation and analysis of the rain intensity, the design of flood discharge for two years periodical time was 0.7636 m<sup>3</sup>/s. In addition, the drainage capacity of the AAIBS building complex was sufficient to accommodate that flood discharge value. However, there was a flood in some locations of the complex building due to the accumulation of trash or lumps in the drainage system which block water to flow. It is, therefore, the drainage system must be maintained periodically to prevent any failure causing flooding.*

*Keywords: flooding, drainage, design of flooding discharge, school building, drainage capacity*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah curah hujan yang tinggi di tiap tahunnya, oleh karena itu perlu penanganan dan pengelolaan dampak dari curah hujan tersebut, agar air hujan dapat dimanfaatkan dengan baik dan tidak menimbulkan kerusakan dan bencana.

Hujan yang terjadi akan menyebabkan aliran permukaan yang disebut *run off*, jika *run off* tidak dikelola dengan baik maka dapat menyebabkan bencana seperti banjir atau kerusakan yang dapat disebabkan oleh gerusan air, oleh karena itu perlu adanya saluran drainase.

Pembangunan gedung pada lahan yang tadinya dapat menyerap air hujan perlu adanya pengelolaan *runoff* yang baik agar tidak menimbulkan genangan dan kerusakan yang dapat mengganggu kegiatan manusia dalam proses pembangunan maupun kegiatan lainnya.

Dalam topik pembahasan kali ini, gedung yang dibangun adalah gedung AAIBS (*Al Azhar Islamic Boarding School*) yang dimanfaatkan untuk melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Di samping gedung terdapat sungai kecil yang dapat mengalirkan air limpasan hujan, namun sering terjadi luapan air sungai saat intensitas hujan yang tinggi terjadi dalam waktu yang lama, oleh karena itu pihak kontraktor lebih memilih untuk mengandalkan jaringan drainase sendiri yang akan di alirkan ke saluran drainase kota Karanganyar daripada mengalirkannya ke sungai kecil di samping kawasan gedung sekolah.

Dari permasalahan di atas, maka drainase di kawasan AAIBS perlu diteliti lebih mendalam apakah drainase tersebut mampu untuk menampung limpasan air hujan yang terjadi. *Al Azhar Islamic Boarding School* (AAIBS) beralamat di Jl. Raya Solo - Tawangmangu, Gedangan, Salam, Kec. Karangpandan, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Lokasi AAIBS terletak di kaki Gunung Lawu dengan intensitas hujan yang cukup tinggi

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besarnya debit rancangan pada daerah penelitian kawasan AIIBS?
2. Apakah kapasitas saluran mampu menampung debit rancangan pada daerah penelitian kawasan AIIBS?
3. Bagaimana solusi apabila ada bagian yang tidak memiliki kapasitas yang cukup?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besarnya debit banjir rancangan di daerah penelitian kawasan AIIBS.
2. Untuk menentukan kapasitas saluran mampu menampung debit air rencana pada daerah penelitian kawasan AIIBS.
3. Untuk memberikan solusi apabila ada bagian yang tidak memiliki kapasitas cukup.

## 1.4 Manfaat Penelitian

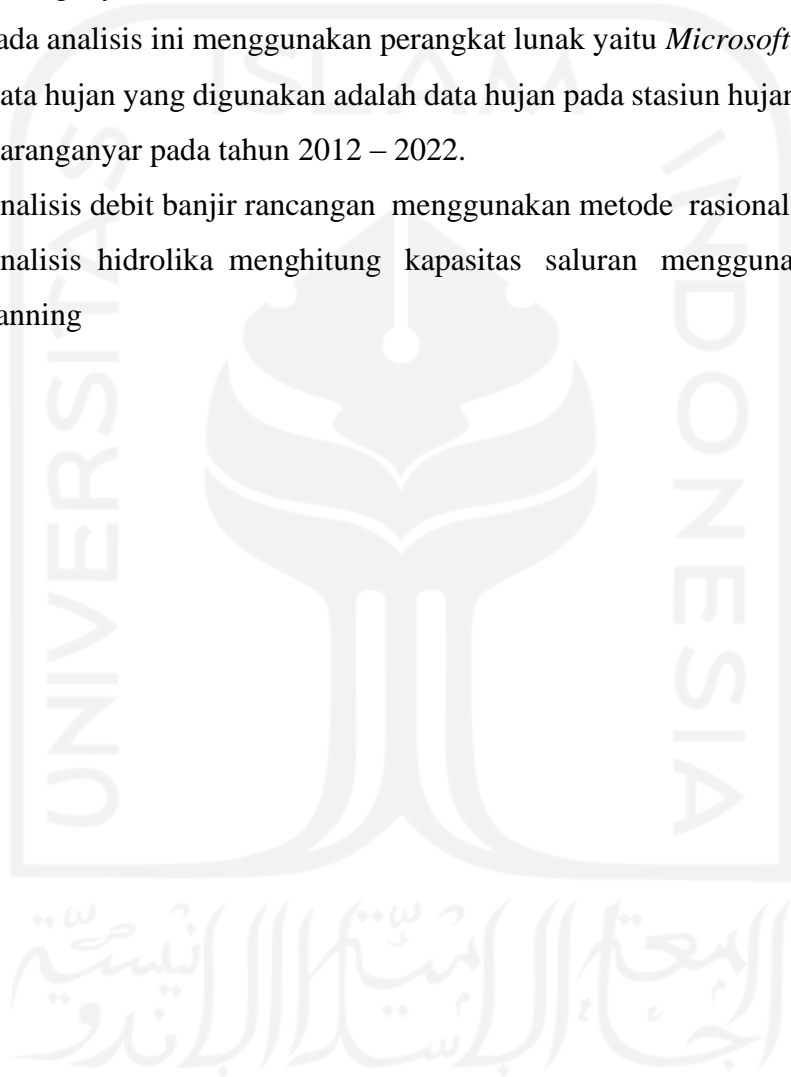
Berdasarkan dari tujuan penelitian, manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebagai studi ilmu dan aplikasi di lapangan terkait mata kuliah yang berkaitan dengan analisa jaringan drainase yang dipelajari selama masa kuliah di Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
2. Sebagai bahan referensi dan mutu pembelajaran bagi pihak pihak yang membutuhkan.
3. Dapat mengetahui faktor faktor yang dibutuhkan dalam menganalisis kapasitas saluran drainase terhadap limpasan air hujan pada kawasan tertentu.

### 1.5 Batasan Penelitian

Batasan – batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian berada di Kompleks Gedung Al Azhar *International Islamic Boarding school*.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Badan Statistik Wilayah Karanganyar.
3. Pada analisis ini menggunakan perangkat lunak yaitu *Microsoft Excell*.
4. Data hujan yang digunakan adalah data hujan pada stasiun hujan Kabupaten Karanganyar pada tahun 2012 – 2022.
5. Analisis debit banjir rancangan menggunakan metode rasional.
6. Analisis hidrolika menghitung kapasitas saluran menggunakan rumus Manning





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

2.1.1 Perencanaan Sistem Drainase Studi kasus : Proyek pembangunan kompleks sekolah Al-Hasna oleh Arfian Ari Handoko

Drainase adalah cara untuk membuang kelebihan air yang tidak diinginkan dari suatu area dan cara untuk mengatasi akibat dari kelebihan air. (Suhardjono 1948). Sekolah adalah sarana atau bangunan pendidikan yang digunakan untuk sarana dan prasarana belajar mengajar yang meliputi guru dan murid. Sekolah Al-Hasna Kecamatan Kebonarum Kabupaten Klaten merupakan sekolah yang berada di salah satu bidang pembangunan jasmani, yaitu kebutuhan sekunder manusia yang berfungsi sebagai sarana untuk memperoleh ilmu pengetahuan, yang merupakan titik strategis dalam pembinaan akhlak manusia.

Perhatian khusus harus diberikan pada desain sistem drainase di dalam dan sekitar kompleks sekolah Al-Hasna untuk menghindari genangan air yang tidak dapat diserap oleh tanah untuk mendukung semua kegiatan sekolah Al-Hasna dan para siswa sekolah. bagi masyarakat umum dalam kenyamanan dan kesehatan. Drainase yang buruk menyebabkan banyak masalah yang dapat merugikan, seperti: genangan air atau banjir.

Dari perhitungan hasil analisis debit pada bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa jumlah debit yang perlu ditampung dan dialirkan oleh saluran drainase rencana sebesar  $9,894 \text{ m}^3/\text{detik}$ , adapun rencana saluran yang digunakan sejumlah 7 saluran dengan dimensi bervariasi, untuk lebar (B) berkisar antara  $0,447 - 0,898$ , dan tinggi (H)  $0,427 - 0,778$

### 2.1.2 Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Josroyo Permai RW 11

Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar oleh Andy Yarzis Qurniawan.

Dr.Ir. Suripin, M.Eng. (2004) Drainase berarti membuang, mengalirkan, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai rangkaian sarana air yang mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu area atau lahan agar lahan dapat berfungsi secara optimal. (Suhardjono 1948) Perumahan adalah sekelompok rumah yang dilengkapi dengan prasarana dan sarana lingkungan seperti kawasan pemukiman atau pemukiman (UU No. 2 tahun 1992). Perumahan Josroyo Permai terletak di Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar Perumahan sebagai pertumbuhan fisik kawasan yang merupakan kebutuhan dasar manusia yang dapat berperan sebagai sarana produksi keluarga merupakan titik strategis dalam pembangunan manusia secara keseluruhan. Oleh karena itu, perhatian besar harus diberikan pada desain sistem drainase Perumahan Josroyo Permai untuk menghindari banjir atau air hujan dan mendukung kehidupan masyarakat yang tinggal di kompleks perumahan dalam kenyamanan, kesehatan dan interaksi satu sama lain. dalam kehidupan sehari-hari mereka. - Hari. Drainase yang buruk menimbulkan banyak masalah yang dapat merugikan masyarakat itu sendiri. Salah satunya adalah masalah banjir.

Adapun metode metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, Metode pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan metode cross section, Metode mencari hujan rerata yang digunakan adalah metode Aritmetik, Analisis data hujan yang digunakan adalah menggunakan metode Log Normal.

Berikut ini dapat disimpulkan dari perhitungan pada bab sebelumnya:

Periode ulang yang digunakan di kawasan perumahan Josroyo Permai adalah 2 tahun. Debit aliran di saluran drainase utama 1 adalah  $0,368405739 \text{ m}^3 / \text{s}$ . Debit aliran di saluran drainase utama 2 adalah  $0,330403667 \text{ m}^3 / \text{s}$ . Debit aliran pada saluran drainase utama 3 adalah  $0,218778469 \text{ m}^3 / \text{s}$  saluran drainase utama. 1 adalah lebar bedengan  $B = 0,365 \text{ m}$  dan muka air  $h = 0,316 \text{ m}$  pada ketinggian pelindung ( $l = 0,2 \text{ m}$ )  $h = 0,303 \text{ m}$  pada ketinggian pelindung ( $w = 0,2 \text{ m}$ ). Dimensi saluran ekonomi untuk saluran drainase utama 3 adalah  $B = 0,30 \text{ m}$  untuk lebar dasar dan  $h = 0,260 \text{ m}$  untuk tinggi air dengan tinggi pelindung ( $w = 0,2 \text{ m}$ ).

### 2.1.3 Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa) oleh Achmad Erwin Nurhamidin , M. Ihsan Jasin, Fuad Halim

Sebagai ibu kota Kabupaten Minahasa, Tondano memiliki ruang publik seperti kantor pemerintahan, pasar, sekolah, tempat ibadah, bank, dan stadion. Dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan kota, kebutuhan akan ruang dan infrastruktur publik yang memadai, termasuk infrastruktur drainase, terus meningkat. Operasi pelayanan infrastruktur drainase secara umum melemah dalam kondisi saat ini. Banyak hal yang menyebabkan kondisi tersebut menurun. Permasalahan yang umum terjadi antara lain: sistem jaringan dan kapasitas saluran drainase tidak mencukupi, kualitas fungsional saluran drainase semakin buruk, kualitas DAS hulu dan hilir semakin buruk. Salah satu daerah yang mengalami masalah sistem drainase adalah kompleks perkantoran Bupati Minahasa. Masalah umum di daerah ini adalah banjir atau banjir yang terjadi saat hujan deras. Untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut, perlu dilakukan suatu kajian untuk menganalisis sistem drainase kawasan sekitar kompleks perkantoran Bupati Minahasa untuk mencari solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan banjir di kawasan tersebut.

Data Curah Hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang diambil dari Stasiun Iklim Tondano-Paleloan, Kementerian PU Satker BWS Sulawesi I. Jumlah data yang dipakai dalam menganalisis hidrologi ini berjumlah 11 data, selama 11 tahun pengamatan yaitu dari tahun 2004 sampai dengan 2014. Perhitungan debit menggunakan Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional (Mullvaney, 1881) dan (Kuichling, 1889), Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan kurva distribusi log Pearson III, dengan periode ulang 10 dan nilai kritis, analisa untuk menghitung kapasitas saluran, dipergunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning,

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut, Pada sistem drainase baru, 81 saluran eksisting tetap dipertahankan dan tidak memerlukan penambahan kapasitas atau perubahan dimensi penampang sedangkan 32 gorong-gorong eksisting memerlukan penambahan 1 gorong-gorong baru menjadi 33 gorong-gorong.

#### 2.1.4 Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi Oleh Heri Giovan Pania dan H.Tangkudung, I.kawet, e.m. wuisan

Drainase merupakan salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan Air, baik itu air hujan, lindi atau kelebihan air irigasi pada lahan/kawasan agar lahan/kawasan dapat berfungsi secara optimal. Universitas Sam Ratulangi merupakan salah satu universitas besar dan berkembang di kota Manado yang bertujuan untuk menjadi salah satu universitas unggulan di Indonesia. Hal ini dilakukan dengan menambah beberapa program studi di beberapa fakultas dan membangun sarana dan prasarana yang luas untuk mendukung perkuliahan. Menurut hasil survei dan observasi lapangan, jika terjadi hujan di lokasi perencanaan sering terjadi genangan air terutama di jalan utama kampus dan di beberapa fakultas, hal ini disebabkan karena saluran drainase tidak berfungsi secara maksimal. . karena puing-puing dan lumpur.. Selain masalah sedimen, kondisi saluran yang rusak menjadi salah satu penyebab banjir di lokasi penelitian.

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian kali ini antara lain, Perencanaan untuk aliran sragam dilakukan dengan rumus Manning, Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional (Mullvaney, 1881 dan Kuichling, 1889), Perencanaan drainase perkotaan minimal 10 tahun pengamatan yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan terdekat di lokasi perencanaan. Apabila data yang ada kurang dari 10 tahun, Perhitungan hujan tertata digunakan rumus aritmetika.

Dari hasil perbandingan 50ruas saluran eksisting dan 21 gorong-gorong eksisting, 35ruas saluran dan 11 gorong-gorong bisa dipertahankan, 15 ruas dan 10 gorong-gorong harus diperbesar dan perlu penambahan 11 ruas saluran dan 4 gorong-gorong.

#### 2.1.5 Perencanaan Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara Oleh Deby Riandi

Ibu kota Kabupaten Kayong Utara merupakan sebuah kabupaten yang baru mekar pada tahun 2007, oleh karna itu perlu adanya penataan drainase di wilayah kompleks perkantoran terpadu yang sangat efisien. Komplek perkantoran terpadu yang berada di ibukota Kabupaten Kayong Utara sering mengalami genangan banjir akibat system drainase yang belum tertata dan curah hujan meningkat setiap tahunnya. Dengan memperhatikan beberapa permasalahan yang di atas maka

peneliti tertarik untuk melakukan perencanaan drainase komlek perkantoran terpadu dengan system drainase terbuka yang difungsikan untuk mengalirkan air hujan dan air buangan kompleks perkantoran sehingga tidak terjadi genangan air buangan kompleks perkantoran sehingga tidak terjadinya genangan air dengan kondisi awal yang belum memiliki saluran drainase yang mengakibatkan genangan sewaktu curah hujan tinggi.

Dalam perencanaan drainase Saluran drainase harus sependek muungkin jaraknya terhadap *Out fall* (sungai atau badan penerima lainnya), Bagian-bagian yang susah dalam beroperasi pemeliharaan diusahakan seminimal mungkin terjadi, Bagian-bagian yang rawan dari kerusakan mudah ditangani dengan penambahan pelengkapan saluan, Saluran drainase regional yaitu saluran drainase yang berawal dari luar batas administrasi kota, awalnya/hulunya berada relative jauh dari batas kota. Saluran drainase kota adalah saluran drainase yang mempunyai hulu/awalan aliran berada di dalam wilayah kota. Saluran drainase kota mungkin akan bermuara pada saluran drainase regional.

Berdasarkan hasil perhitungan dan permasalahan dengan metode yang diberikan untuk mengevaluasi lokasi penelitian dan menggunakan data yang ada di lokasi penelitian, maka hasil evaluasi penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut: Curah hujan rencana di lokasi kompleks perkantoran terpadu di Kecamatan Sukadana sebesar 120,66 mm. Debit banjir rencana kompleks perkantoran terpadu Kayong Utara sebesar 3,54 m<sup>3</sup>/detik.

## 2.2 Perbandingan Penelitian

Berikut ini perbandingan penelitian studi terdahulu dengan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Penelitian	Arfian Ari Handoko	Andy Yarzis Qurniawan	Achmad Erwin Nurhamidin, M. Ihsan Jasin, Fuad Halim	Heri Giovan Pania dan H.Tangkudung, I.Kawet, E.M. Wuisan	Deby Riandi	Fajar Sri Guntoro M.R
Judul	Perencanaan Sistem Drainase Studi Kasus : Proyek Pembangunan Komplek Sekolah Al-Hasna	Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Josroyo Permai Rw 11 Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar	Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)	Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi	Perencanaan Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara	Tinjauan Drainase Gedung Al Azhar International Boarding School

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Tujuan Penelitian	a. Menganalisis debit air hujan yang berada di daerah tangkapan air (Catchment Area) pada lokasi penelitian. sekolah Al-Hasna dan wilayah sekitarnya	Tujuan dari penelitian ini adalah: Perencanaan sistem drainase Perumahan Josroyo Permai RW 11 Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar	1. Mengevaluasi sistem drainase eksisting di kompleks kantor Bupati Minahasa dari segi teknis maupun non teknis.	Mengidentifikasi masalah drainase termasuk kondisi sistem dan prasarana drainase, membuat perencanaan sistem drainase kawasan kampus Universitas Sam Ratulangi dan menghitung dimensi saluran eksisting.	1) Untuk mengetahui berapa besar debit rancangan yang ada pada komplek terpadu ibu kota kabupaten kayong utara.	1. Untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian kawasan AIIBS daerah penelitain kawasan AIIBS
	b. Merencanakan dimensi saluran sistem drainase Komplek		2. Merencanakan suatu sistem drainase di kompleks kantor Bupati Minahasa hingga saluran pembuang untuk mengatasi genangan, dengan memaksimalkan sistem drainase		2) Untuk mengetahui berapa besar dimensi saluran drainase pada komplek terpadu ibu kota kabupaten kayong utara	2. Untuk menentukan kapasitas saluran mampu menampung debit air rencana pada

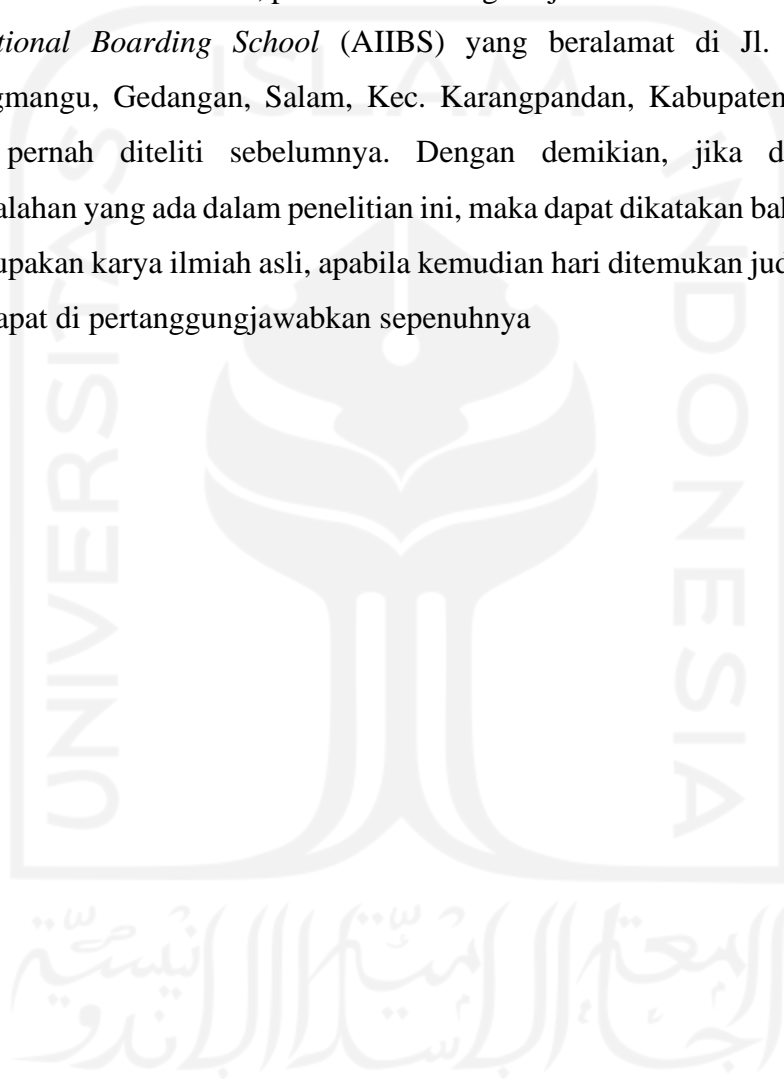
Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Objek Penelitian	Studi kasus dilakukan di daerah tangkapan air (Catchment Area) yang terhubung dengan Komplek sekolah Al-Hasna dan wilayah sekitarnya.	Saluran drainase Perumahan Josroyo Permai RW 11 Karanganyar.	Lokasi yang ditinjau hanya di kompleks kantor Bupati Minahasa. Pembahasan dan analisis hanya pada limpasan akibat air hujan.	Lokasi yang ditinjau hanya di wilayah sekitar kampus Universitas Sam Ratulangi Manado	Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara	Drainase yang ditinjau adalah drainase di Kawasan
------------------	---	--	--	---	--	---



### 2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan atas pemikiran dari peneliti sendiri atas masukan yang berasal dari berbagai pihak guna membantu penelitian. Sepanjang yang telah ditelusuri dan diketahui di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, penelitian tentang Tinjauan Drainase Gedung *Al Azhar International Boarding School (AIIBS)* yang beralamat di Jl. Raya Solo - Tawangmangu, Gedangan, Salam, Kec. Karangpandan, Kabupaten Karanganyar belum pernah diteliti sebelumnya. Dengan demikian, jika dilihat kepada permasalahan yang ada dalam penelitian ini, maka dapat dikatakan bahwa penelitian ini merupakan karya ilmiah asli, apabila kemudian hari ditemukan judul yang sama, maka dapat di pertanggungjawabkan sepenuhnya



## **BAB III LANDASAN TEORI**

### **3.1 Drainase**

Suripin (2004) menjelaskan drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah. Menurut H.A. Halim Hasmar (2011), drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tindakan rekayasa untuk mengurangi kelebihan air di lingkungan penggunaan tertentu, baik yang berasal dari hujan, rembesan, atau sumber lain di daerah tersebut. area aplikasi yang tidak terganggu. Kemudian menurut Suripin (2004), drainase berarti menguras, mengalirkan, membuang atau mengosongkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai rangkaian saluran air yang mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu area atau lahan agar lahan dapat berfungsi secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai cara membuang kelebihan air dari suatu areal atau luas lahan agar lahan tersebut dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara untuk membuang kelebihan air yang tidak diinginkan dari suatu daerah dan mengatasi pengaruh yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

### **3.2 Analisis Hidrologi**

Secara umum, analisis hidrologi merupakan bagian dari analisis pendahuluan pada saat merancang struktur hidrolis. Kepentingan yang terkandung di dalamnya adalah bahwa data dan besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting untuk analisis selanjutnya. Struktur hidrolis dalam teknik struktural dan sipil dapat berupa saluran, bendungan, saluran air, bendungan banjir, dll. Ukuran dan jenis bangunan ini sangat bergantung pada tujuan pembangunan dan hasil analisis hidrologi. Sampai ada informasi yang jelas tentang sifat dan besaran hidrologi yang diketahui, hampir tidak mungkin untuk melakukan analisis berbagai sifat dan besaran hidrolis. Demikian pula, bangunan ini harus selalu

dirancang dengan standar rancangan yang dapat diterima yang diharapkan dapat menghasilkan desain yang memuaskan. Pengertian memuaskan dalam hal ini adalah bangunan hidrolis harus berfungsi baik secara struktural maupun fungsional dalam waktu yang ditentukan (Harto, 1993).

### 3.2.1 Siklus Hidrologi

Nugroho (2010) menjelaskan bahwa siklus air adalah suatu proses perpindahan air secara terus menerus dari laut ke atmosfer dan dari atmosfer ke permukaan bumi, yang akhirnya kembali ke laut, sedangkan menurut Sosrodarsono (2003), air siklus adalah air yang terbawa atau menguap ke udara bumi dan permukaan laut. , setelah melalui beberapa proses, menjadi awan, kemudian jatuh sebagai hujan atau salju di permukaan laut atau daratan. Dalam siklus air terdapat beberapa proses yang saling berkaitan yang harus diperhatikan dalam perancangan struktur badan air, yaitu proses pengendapan (*precipitation*), penguapan (*evaporation*), perkolasi, aliran permukaan (*surface runoff*) dan aliran air tanah (*underflow*).

Adapun siklus hidrologi yang dapat dijelaskan menurut (Nugroho, 2010) adalah sebagai berikut:

Proses penguapan air permukaan seperti air laut, sungai, danau, sawah, dan air yang terkandung dalam tumbuhan menguap karena terkena sinar matahari. Proses penguapan tersebut dengan evapotranspirasi dimana dalam proses ini terjadi perubahan bentuk air dari cair menjadi uap air atau awan.

Di atas ketinggian tertentu, uap air yang menguap menjadi awan dan sebagian terbawa angin ke pegunungan, karena pengaruh udara dingin, air menjadi awan. Wujud air berubah dari cair menjadi gas (uap) dan kembali menjadi embun. Bahkan dalam kristal es (padat).

Awan mencapai suhu dan ketinggian tertentu, yang akhirnya jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk hujan. Air padat (kristal es) jatuh ke permukaan bumi sebagai cairan. Sebagian air hujan yang jatuh di permukaan bumi mengalir ke permukaan bumi (menjadi sungai, danau, dan laut), dan sebagian lagi meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah.

### 3.2.2 Hujan

Menurut Bambang Triatmojo (2008) Hujan adalah bentuk presipitasi dari uap air yang terjadi secara alami di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Hujan tercipta dari uap air di atmosfer, sehingga mendingin dan mengembun menjadi tetesan air dan kristal es, yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Subarkah (1980) mengatakan bahwa hujan adalah proses kondensasi uap air, terutama air laut, yang naik ke atmosfer dan menjadi dingin. , kemudian memurnikan dan jatuh sebagian ke laut dan sebagian lagi ke darat. Dan Nature (2011) mengatakan bahwa hujan adalah peristiwa jatuhnya tetesan air dari langit ke permukaan bumi akibat kondensasi. Curah hujan diukur dengan jumlah air yang jatuh di permukaan bumi yang datar dalam jangka waktu tertentu.

Dalam menghitung debit ( $Q$ ) rencana untuk menghitung kapasitas dan dimensi drainase, data yang paling penting adalah intensitas curah hujan ( $I$ ). Curah hujan merupakan parameter cuaca yang pada umumnya pengambilan data diambil dari beberapa stasiun hujan untuk menentukan curah hujan suatu kawasan yang kemudian direkap dan diolah oleh BMKG dan BSN. Menurut Bungnaen (2013) Hujan memiliki dampak yang sangat besar bagi kehidupan manusia karena dapat memperlancar atau bahkan menghambat aktivitas manusia. Oleh karena itu, kualitas data curah hujan yang diperoleh harus berkualitas dan sangat akurat. Oleh karena itu pengamat/pengamat harus mengenal alat penakar hujan yang biasa digunakan yaitu alat penakar hujan tipe Hellman. Sementara itu, Sasrodarsono (2003) menyimpulkan bahwa curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan bumi selama kurun waktu tertentu dan diukur dalam milimeter (mm) di atas garis horizontal. Dalam penjelasan lain, hujan juga dapat diartikan sebagai banyaknya air hujan yang terkumpul pada suatu tempat yang datar, tidak menguap, tidak merembes, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang curah hujannya bervariasi pada ketinggian yang berbeda karena perbedaan daerah. Curah hujan 1 (satu) milimeter, yaitu. pada permukaan datar ada satu milimeter air atau satu liter air per meter persegi. Dan Suroso (2006) menyatakan bahwa curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada permukaan datar selama periode waktu tertentu dan diukur dalam milimeter (mm) di atas garis horizontal.

Besarnya curah hujan dalam suatu kawasan sangat mempengaruhi perhitungan debit rencana yang digunakan untuk merancang suatu saluran drainase,

besarnya curah hujan dalam suatu kawasan dapat dihitung dengan beberapa metode, salah satunya adalah metode aritmetik. Metode aritmatika adalah cara paling sederhana untuk mengukur curah hujan. Pengukuran ini dilakukan dengan cara merata-ratakan hasil pengukuran hujan dari semua stasiun hujan yang ada. Stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah stasiun hujan di daerah tangkapan air, namun stasiun hujan yang dekat dengan daerah tangkapan air juga dapat dipertimbangkan.

Sifat umum hujan semakin pendek waktu hujan berlangsung, maka intensitasnya akan semakin tinggi, dan semakin besar kala ulangnya, maka semakin besar pula intensitasnya. Curah hujan dapat diukur dengan selang waktu tertentu, contohnya hujan harian adalah jumlah curah hujan yang terjadi pada 1 hari pada suatu waktu tertentu sedangkan hujan bulanan adalah jumlah curah hujan yang terjadi dalam satu bulan tertentu, dan hujan tahunan adalah jumlah curah hujan yang terjadi dalam 1 tahun.

Periode ulang adalah waktu hipotetis ketika limpasan volume tertutup atau presipitasi ( $xT$ ) tercapai atau terlampaui satu kali dalam periode tersebut. Hubungan antara intensitas, durasi dan frekuensi hujan dinyatakan dengan kurva IDF (Intensity-Duration-Frequency Curve). (Triatmodjo, 2014). Dalam hal ini diperlukan data curah hujan jangka pendek, misalnya 2, 5, 10, 20 dan 25 menit dan harian yang membentuk kurva IDF. Saat ini data curah hujan yang tersedia hanya data 11 hari. maka persamaan yang digunakan adalah persamaan Mononobe. (Suripin, 2003).

Menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukan berdasarkan pengamatan pada beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya menggunakan metode rata-rata aritmetik, garis Isohiet, dan poligon Thiessen.

### 3.2.3 Analisis Frekuensi

Hasan (2001), Pengertian distribusi frekuensi adalah sebagai susunan data menurut kelas interval tertentu atau menurut kategori tertentu dalam sebuah daftar. Sedangkan menurut (Hadisusanto, 2010) Analisis frekuensi adalah analisis statistik interpretasi curah hujan, biasanya digunakan dalam perhitungan hidrologi untuk menentukan terjadinya musim hujan yang berulang pada periode tertentu dalam

setahun. Saat merencanakan neraca air, analisis frekuensi curah hujan mutlak diperlukan untuk menghitung kejadian banjir yang direncanakan jika tidak ada catatan limpasan maksimum jangka panjang di lokasi yang direncanakan.

Ada beberapa analisis frekuensi yang biasa digunakan di hidrologi, antara lain Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Person III, Distribusi Gumbel ( Suripin, 2003). Dalam Tabel 3.1 berikut ditampilkan parameter statistik yang perlu dicari sebelum menentukan metode analisis yang digunakan.

Tabel 3.1 Analisis Frekuensi

Parameter	Sample
Rata Rata	$\bar{X} = 1/n \sum_{i=1}^n Xi$
Simpangan baku	$s = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2 \right)^{1/2}$
Koefisien Variasi	$Cv = \frac{s}{\bar{X}}$
Koefisien Skewnes	$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$
Koefisien Kurtosis	$Ck = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$

Sumber : Suripin 2003

Untuk menentukan metode analisis distribusi yang digunakan, maka parameter statistik diatas perlu di sesuaikan dengan syarat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Persyaratan Distribusi

No	Ditribusi	Persyaratan
1	Normal	Cs =1 Ck =3
2	Log Normal	Cs =Cv <sup>3</sup> +3Cv Ck = Cv <sup>8</sup> +6Cv <sup>6</sup> +15Cv <sup>4</sup> +16Cv <sup>2</sup> +3
3	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4
4	Log Person III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Triatmojo 2014

#### 1. . Distribusi Normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga disebut distribusi Gauss. Rumu yang umum di gunakan untuk distribusi normal adalah :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (3.4)$$

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

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung sampel

S = Deviasi standard nilai sampel

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau yang digunakan periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. (Suripin, 2004).

Tabel 3.3 Faktor frekuensi distribusi normal

Periode Ulang T	Peluang	K	Periode Ulang T	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05	3,33	0,3	0,52
1,005	0,995	-2,58	4	0,25	0,67
1,01	0,99	0,233	5	0,2	0,84
1,05	0,95	-1,64	10	0,1	1,28
1,11	0,9	-1,28	20	0,5	1,64
1,25	0,8	-0,84	50	0,2	2,05
1,33	0,75	-0,67	100	0,01	2,33
1,43	0,7	-0,52	200	0,005	2,58
1,67	0,6	-0,25	500	0,002	2,88
2	0,5	0	1000	0,001	3,09
2,5	0,4	0,25			

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum

## 2. Distribusi Log Normal

Logaritma normal digunakan ketika nilai variabel acak tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritma mengikuti distribusi normal. Dalam hal ini, fungsi kerapatan probabilitas (PDF) diperoleh dengan melakukan transformasi.

$$y_t = \bar{y} + K_{T_y} \times S_y$$

$$X_T = 10^{y_T}$$

$y_t$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun

$y$  = Nilai rata-rata hitung varian

$S_y$  = Deviasi standar nilai varian

$K_T$  = Faktor frekuensi/

Tabel 3 4 Faktor frekuensi distribusi log normal

T	KT	T	KT	T	KT
1	-1,86	20	1,89	96	3,34
2	-0,22	25	2,1	100	3,45
3	0,17	30	2,27	110	3,53
4	0,44	35	2,41	120	3,62
5	0,64	40	2,54	130	3,7
6	0,81	45	2,65	140	3,77
7	0,95	50	2,75	150	3,84
8	1,06	55	2,86	160	3,91
9	1,17	60	2,93	170	3,97
10	1,26	65	3,02	180	4,03



Lanjutan Tabel 3 4 Faktor frekuensi distribusi log normal

11	1,35	70	3,08	190	5,09
12	1,43	75	3,6	200	4,14
13	1,5	80	3,21	220	4,24
14	1,57	85	3,28	240	4,33
15	1,63	90	3,33	260	4,42

### 3. Distribusi Gumbel

Menurut Triatmodjo (2014), persamaan yang sering digunakan dalam analisis frekuensi metode Gumbel sebagai berikut ini:

$$y_t = \bar{X} + \frac{K_T - Y_n}{\sigma n} \times S \quad (3.5)$$

$y_t$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata hasil pengamatan

$K_T$  = Curah hujan rencana dalam periode ulang T tahun

$y_n$  = merupakan fungsi dari banyaknya data (n)

$S_y$  = Deviasi standar nilai varian

Tabel 3.5 Faktor frekuensi distribusi log normal

Periode Ulang	Yt
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,296
500	6,214
1000	6,919
5000	8,539
10000	9,921

Sumber : Soemarto 1999

### 4. Distribusi Log Person III

Menurut Triatmodjo (2014), Bentuk komulatif dari distribusi log Pearson III dengan nilai variat X apabila digambarkan pada kertas probabilitas logaritmik akan

membentuk persamaan garis lurus. Persamaan tersebut mempunyai bentuk berikut :

$$y_t = \bar{y} + K_T \cdot S_y \quad (3.6)$$

$Y_t$  = nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T

$\bar{Y}$  = nilai rerata dari  $y_i$

$S_y$  = deviasi standar dari  $y_i$

$K_t$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari probabilitas dan koefisien kemencengan.

Tabel 3.6 Nilai Kala Ulang Log Person III

Kefisien Kemencengan	Periode Ulang Tahun		
	2	5	10
CS	peluang		
	50	20	10
3	-0,396	0,42	1,18
2,5	-0,36	0,518	1,25
2,2	-0,33	0,574	1,284
2	-0,307	0,609	1,302
1,8	-0,282	0,643	1,318
1,6	-0,254	0,675	1,329
1,4	-0,225	0,705	1,337
1,2	-0,195	0,732	1,34
1	-0,164	0,758	1,34
0,9	-0,148	0,769	1,339
0,8	-0,132	0,78	1,336
0,7	-0,116	0,79	1,333
0,6	-0,099	0,8	1,328
0,5	-0,083	0,808	1,323
0,4	-0,066	0,816	1,317
0,3	-0,05	0,824	1,309
0,2	-0,033	0,83	1,301
0,1	-0,017	0,836	1,292
0	0	0,842	1,282
-0,1	0,017	0,836	1,27
-0,2	0,033	0,85	1,285
-0,3	0,05	0,853	1,245
-0,4	0,066	0,885	1,231
-0,5	0,083	0,856	1,216
-0,6	0,099	0,857	1,2
-0,7	0,116	0,857	1,183
-0,8	0,132	0,856	1,166

Lanjutan Tabel 3.6 Nilai Kala Ulang Log Person III

-0,9	0,148	0,854	1,147
-1	0,164	0,852	1,128
-1,2	0,195	0,844	1,086
-1,4	0,225	0,832	1,041
-1,6	0,254	0,817	0,994
-1,8	0,282	0,799	0,945
-2	0,307	0,777	0,895
-2,2	0,33	0,752	0,844
-2,5	0,36	0,711	0,771
-3	0,396	0,636	0,66

Sumber : Soemarto 1999

#### 3.2.4 Hujan Rencana

Curah Hujan rencana merupakan hujan harian dengan kala ulang tertentu yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, curah hujan rencana dihitung berdasarkan distribusi atau sebaran curah hujan harian maksimum selama (minimal) 10 tahun berturut-turut..

#### 3.2.5 Koefisien Aliran Limpasan

Menurut Asdak (2010), Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang mengangkut zat-zat dan partikel tanah. Limpasan terjadi akibat intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi, saat laju infiltrasi terpenuhi maka air akan mengisi cekungan yang terdapat pada permukaan tanah. Setelah cekungan-cekungan tersebut terisi air dan penuh, maka air akan mengalir (melimpas) di atas permukaan tanah (*surface runoff*). Air limpasan dibedakan menjadi dua yaitu *sheet* dan *rill surface runoff* akan tetapi apabila aliran air tersebut telah masuk ke dalam sistem saluran air atau kali, maka disebut sebut *stream flow runoff*. Sedangkan Murtiono (2008) mengatakan *Runoff* atau aliran permukaan merupakan air yang berasal dari air hujan yang menjulur di permukaan tanah. Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai.

Nilai koefisien air limpasan merupakan salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu DAS telah mengalami gangguan (fisik). Nilai C yang

besar menunjukkan bahwa lebih banyak air hujan yang menjadi air limpasan sehingga ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar. Angka C berkisar antara 0 sampai 1 (Asdak, 1995). Koefisien air larian atau sering disingkat C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Secara matematis, koefisien air larian dapat dijabarkan sebagai berikut.

$$C = \frac{\text{Air larian (mm)}}{\text{Curah hujan (mm)}} \quad (3.7)$$

Adapun nilai koefisien dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3.7 Nilai koefisien aliran (C)

No	Penggunaan Lahan Atau Bentuk Struktur	Nilai C (%)
1	Hutan tropis	0,003
2	Hutan Produksi	0,05
3	Semak Belukar	0,07
4	Sawah Sawah	0,01
5	Daerah Pertanian, Perkebunan	0,4
6	Daerah Pemukiman	0,25
7	Jalan Aspal	0,95
8	Sungai Besar	0,75
9	Bangunan Terpencar	0,39-0,70
10	Atap Rumah	0,7-0,90
11	Jalan Tanah	0,13-0,50
12	Lapis Keras Kerikil Batu Pecah	0,35-0,70
13	Lapis Keras Bton	0,7-0,9
14	Taman,Haaman	0,1-0,25
15	Tanah Lapang	0,1-0,3
16	Kebun, Ladang	0-0,5
17	Bangunan Padat	0,7-0,9

Sumber : Soewano (2000)

### 3.2.6 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari titik terjauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian hilir suatu saluran. Waktu konsentrasi dibagi atas 2 bagian yaitu, *Inlet Time* ( $t_0$ ) = yaitu waktu

yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase dan *Conduit Time (td)* = yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan metode Kirpich.

Metode Kirpich digunakan untuk daerah pengaliran kecil yang didominasi oleh aliran di saluran. Luas daerah pengaliran untuk pendekatan Kirpich terbatas sekitar 80 Hektar. Berikut persamaan metode Kirpich:

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (3.8)$$

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam)

$L$  = panjang saluran utama (Km)

$S$  = Kemiringan lahan antara elevasi maimum dan minimum

### 3.2.7 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008), Suroso (2006) menyebutkan bahwa intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi, dengan satuan mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana berdasar metode rasional durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan. Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit. Intensitas hujan rerata dapat dihitung dengan beberapa metode seperti Talbot, Sherman, atau Ishiguro Apabila yang tersedia adalah data hujan harian, Triatmodjo (2008) Mononobe mengusulkan persamaan berikut ini untuk menurunkan kurva IDF

$$I_T = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.9)$$

$I_T$  = Intensitas hujan dari hujan rencana dengan kala ulang T jam (mm/jam)

$R_T$  = Hujan rencana dengan kala ulang T (mm)

$t$  = lamanya curah hujan (jam).

### 3.2.8 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase. Debit air limpasan terdiri dari tiga komponen yaitu koefisien *run off* ( $C$ ), data intensitas curah hujan ( $I$ ), dan *catchment area*. Koefisien yang digunakan untuk menunjukkan berapa banyak bagian dari air hujan yang harus dialirkan melalui saluran drainase karena tidak mengalami penyerapan ke dalam tanah (infiltrasi). Koefisien ini berkisar antara 0-1 yang disesuaikan dengan kepadatan penduduk di daerah tersebut. Semakin padat penduduknya maka koefisien run-offnya akan semakin besar sehingga debit air yang harus dialirkan oleh saluran drainase tersebut akan semakin besar pula. Rumus debit air limpasan:

$$Q = 0,278 C I A \quad (3.10)$$

Dimana :

$Q$  = Debit aliran air limpasan (m<sup>3</sup>/detik)

$C$  = Koefisien run off (berdasarkan standar baku)

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>)

### 3.3 Analisa Hidraulika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera di alirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan.

Efisiensi saluran drainase sangat di pengaruhi oleh penampang saluran, hal ini juga berhubungan dengan ketersediaan lahan di lapangan, Penampang saluran yang ideal sangat dipengaruhi oleh faktor bentuk penampang. Dengan  $Q$  banjir rencana yang ada, kapasitas penampang akan tetap walaupun bentuk penampang diubah-ubah, sehingga perlu diperhatikan bentuk penampang saluran yang

stabil. beberapa bentuk saluran yang biasa digunakan antara lain bentuk trapesium, persegi, dan segitiga, dalam menentukan besarnya penampang dengan debit rancangan yang ada, maka digunakan rumus Manning :

$$Q = A \times V$$

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

$Q$  = Debit Limpasan

$A$  = Luas Penampang Drainase

$n$  = nilai kekasaran manning

$R$  = Jari jari Hidraulik

$S$  = Kemiringan Saluran

Adapun jari jari Hidraulik ( $R$ ) dapat dicari dengan rumus berikut.

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

$A$  = luas penampang

$P$  = keliling basah

Dengan rumus rumus di atas, dapat temukan penampang yang dibutuhkan drainase, agar dapat menampung limpasan air yang terjadi. Adapun nilai koefisien maning dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 3.8 Koeffisien Manning (n)

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	Saluran buatan				
1	Saluran buatan lurus teratur	0,017	0,022	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat excavator	0,023	0,028	0,03	0,04
3	Saluran pada dinding batuan lurus teratur	0,02	0,03	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan tidak lurus , tida teratur	0,035	0,04	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang dileddakkan, ada tumbuh tumbuhan	0,025	0,03	0,035	0,04
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,03	0,033	0,035
7	Saluran lengkung dengan kecepatan aliran rendah	0,02	0,025	0,028	0,03

Lanjutan Tabel 3.9 Koeffisien manning (n)

	Saluran alam				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,03	0,033
9	Seperti nomor 8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,03	0,033	0,035	0,04
10	Melengkung, bersih, berlubang, berdidinding pasir	0,03	0,035	0,04	0,045
11	Seperti nomor 10, dangkal, tidak teratur	0,04	0,045	0,05	0,055

Soewarno 1998



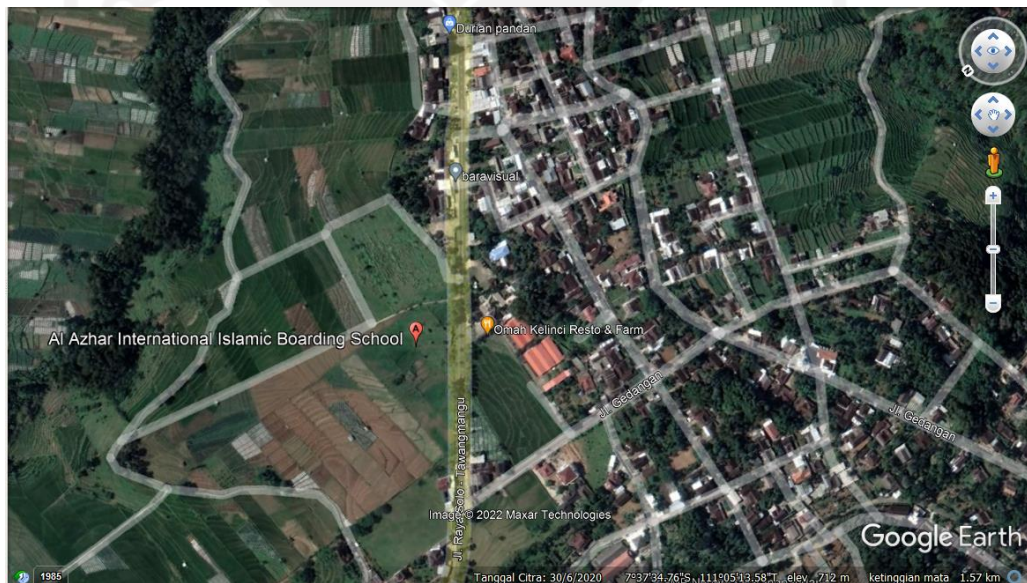
## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung AIIBS Karanganyar yang beralamat di Jl. Raya Solo - Tawangmangu, Gedangan, Salam, Kec. Karangpandan, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Lokasi ini memiliki kemiringan yang cukup curam karena berada di daerah lereng kaki Gunung Lawu dengan intensitas hujan yang ditnggi, pembangunan gedung ini direncanakan sebagai tambahan parasarana pembelajaran bagi santri putra yang berlangsung di AIIBS Karanganyar ini. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut .

Gambar 4.1 Lokasi Penelitian



## 4.2 Bahan dan Alat

Dalam menganalisis dan meninjau drainase gedung Al-Azhar International Boarding School alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Perangkat keras ( *Hardware*) Laptop ASUS X455LJ. 201 dengan spesifikasi *intelR Core(TM) i5-5200 CPU @ 2.20 GHz* dengan memori 4GB, DDR4
2. Perangkat Lunak ( *Software* ) aplikasi *Microsoft Excel 201*

## 4.3 Tahapan Penelitian

### 4.3.1 Pengambilan data

Pada tahapan penelitian ini, data hidrologi yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari badan statistik daerah karanganyar, data didapatkan dari stasiun stasiun hujan yang di tempatkan di beberapa titik di daerah karanganyar, yang kemudian di upload di web resmi BPS dan bisa diakses oleh siapa saja. Data inilah yang dijadikan data sekunder dalam penelitian.

Dalam proses analisis kapasitas tampung saluran drainase diperlukan nilai koefisien limpasan air hujan yang mengalir di permukaan (runoff) sehingga dapat diketahui seberapa besar aliran permukaan yang harus dialirkan saluran drainase. Untuk memperoleh nilai koefisien limpasan (C), diperlukan data fungsi tata guna lahan dan rencana pengembangan masa datang.

Sistem drainase yang ada perlu diinvestigasi dan dipelajari untuk menjadi bahan pertimbangan dalam analisis kapasitas tampung saluran tersebut yaitu batas daerah layanan saluran drainase dan Saluran drainase eksisting.

### 4.3.2 Tahapan Analisis Data

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah menghitung hujan rencana , Hujan rencana merupakan salahsatu data penting yang diperlukan untuk menentukan debit banjir rencana , namun sebelum hujan rencana dapat ditentukan, perlu dihitung terlebih dahulu standar deviasi ( $\sigma$ ), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kemencengan (Cs). Setelah menghitung nilai Cv dan Cs , maka selanjutnya digunakan Tebel 3.2 untuk menentukan metode analisis frekuensi yang dibutuhkan. Dalam penenilitan ini metode analisis frekuensi yang digunakan adalah Log Person III ,

Langkah selanjutnya adalah menentukan waktu konsentrasi ( $t_c$ ), yang pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode yang diusulkan oleh Kirpich dalam buku Triatmojo (2008)

Setelah waktu konsentrasi, selanjutnya data yang perlu ditentukan adalah intensitas hujan ( $I$ ), dalam menentukan intensitas hujan pada penelitian ini digunakan Persamaan Mononobe.

Data berikutnya yang perlu diketahui adalah Koefisien Aliran dan *Catchmen Area*, Koefisien aliran ( $C$ ) bisa Koefisien limpasan disesuaikan dengan kondisi kawasan gedung putra AIIBS, Kemudian Luas daerah tangkapan hujan ditentukan sebagai salah satu data yang dibutuhkan untuk menghitung debit banjir rencana ( $Q$ ).

Setelah data data diatas sudah terpenuhi, tahapan analisis selanjutnya adalah mencari debit banjir ( $Q$ ) yang akan di gunakan sebagai debit untuk merencanakan dimensi dan drainase yang dibutuhkan.

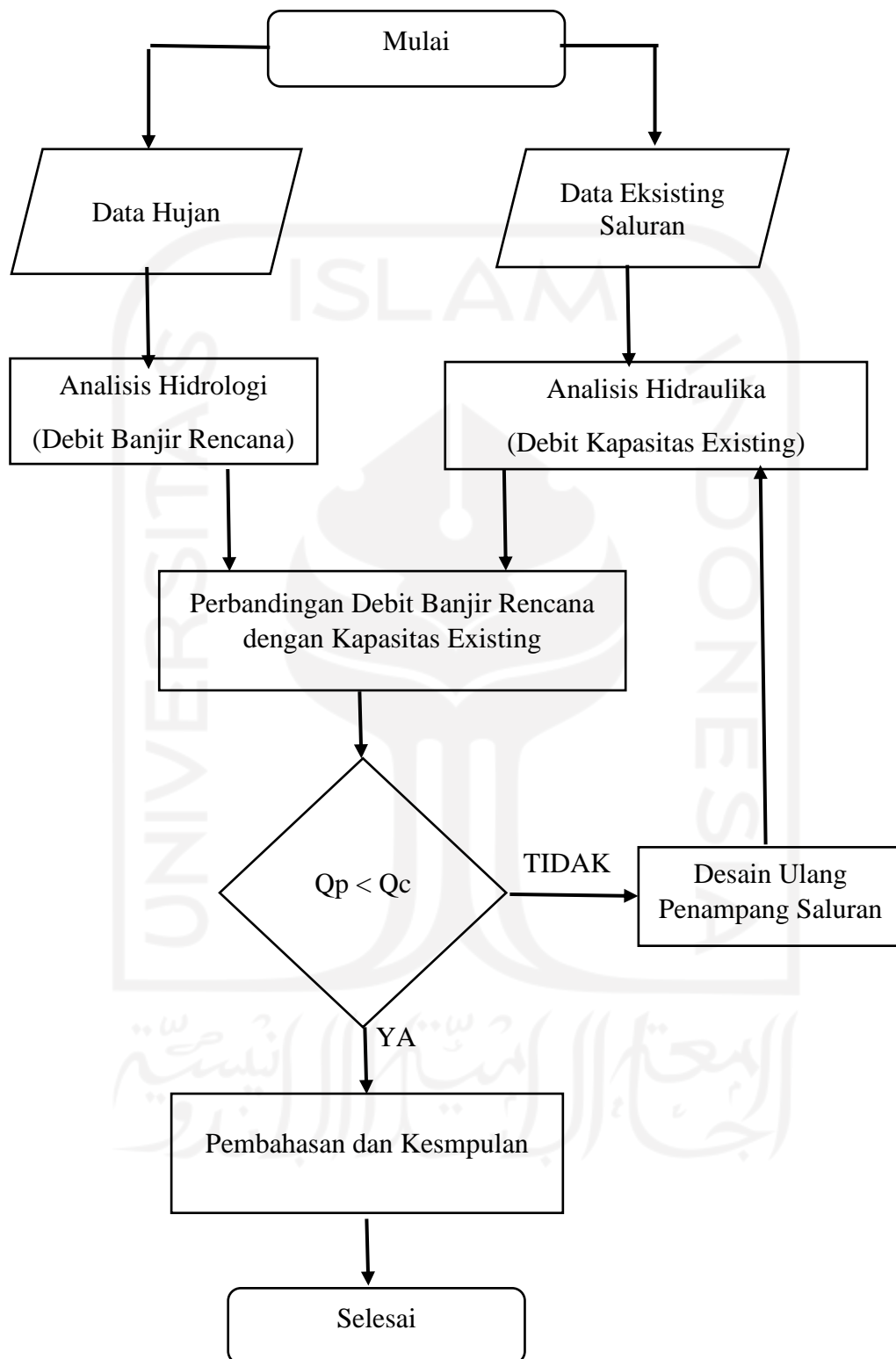
Kebutuhan dimensi dan kapasitas saluran dapat dihitung setelah debit rencana telah dihitung, dengan rumus manning maka akan diketahui kapasitas drainase yang ideal sesuai dengan analisis data yang telah didapatkan.

#### 4.3.3 Pembahasan dan kesimpulan

Tahapan setelah analisis adalah pembahasan dan kesimpulan, pembahasan tentang kemampuan saluran drainase dalam mengalirkan debit banjir yang telah dihitung diatas. Luas penampang drainase yang telah ada sebelumnya dibandingkan dengan luas penampang yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dengan debit rencana. Jika luas penampang saluran lebih besar maka saluran dapat menampung debit limpasan yang terjadi di kawasan gedung putra AIIBS.

#### 4.4 Bagan Alir Penelitian

Adapun tahapan tahapan pada penelittain kali ini adalah sebagai berikut



Gambar 5.1 Bagan Alir Penelittian

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Data

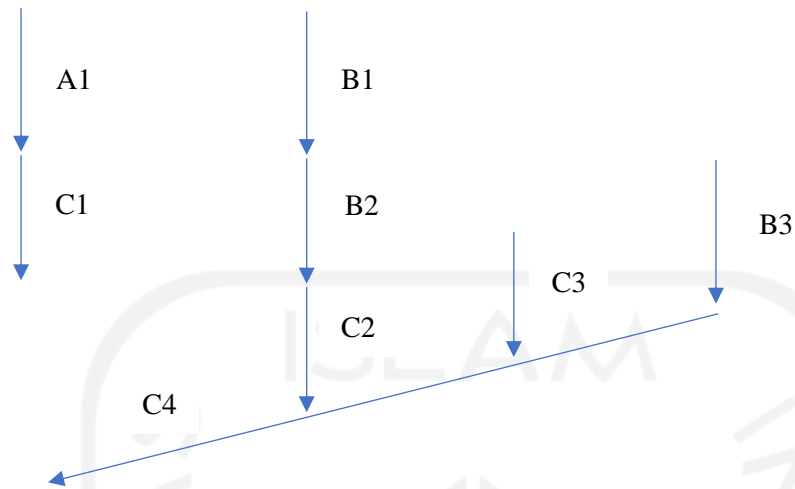
##### 5.1.1 Data Curah Hujan

Data yang diambil, merupakan data sekunder, data curah hujan harian maksimum pertahun didapatkan dari stasiun pusat iklim Jawa Tengah yang berlokasi di Kota Semarang. Stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Jumantono Kabupaten Karanganyar yang paling dekat dengan lokasi penelitian. Berikut dicantumkan data curah hujan maksimum stasiun Jumantono dalam kurun waktu 12 tahun (2010-2021).

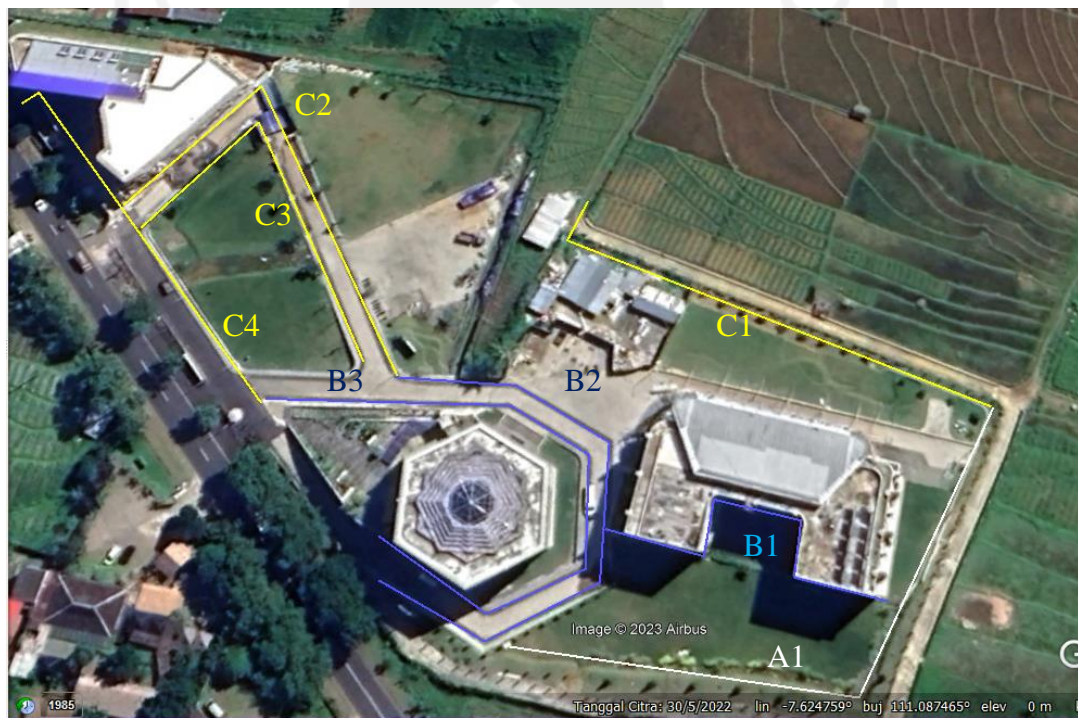
Tabel 5.1 Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan Maximum	Tanggal Kejadian
2010	109	10 Maret 2010
2011	106	15 Mei 2011
2012	106	28 November 2012
2013	95	15 Februari 2013
2014	67	16 Maret 2014
2015	129	8 Desember 2015
2016	153	19 Juni 2016
2017	102	16 November 2017
2018	153	2 Februari 2018
2019	114	28 Desember 2019
2020	101	14 Desember 2020
2021	99	24 Desember 2021

### 5.1.2 Bagan Eksisting Saluran Drainase



Gambar 5.2 Bagan Eksisting Drainase



Gambar 5.3 Bagan Eksisting Drainase

### 5.1.3 Data Eksisting Saluran Drainase

Adapun data eksisting saluran di lokasi penelitian didapatkan dari pihak kontraktor pembangunan proyek AAIIBS Yayasan Makarima yang terdapat dalam tabel berikut.

Tabel 5.2 Eksisting Saluran Drainase

Notasi saluran	Kedalaman (m)	Lebar (m)	$\Delta h$ hulu-hilir (m)	Panjang Saluran (m)	Kemiringan Saluran (m)
A1	0,6	1	6	123	0,04878
B1	0,6	0,6	0,8	75,4	0,01061
B2	0,6	0,6	4	125	0,032
B3	0,6	0,6	5	130,2	0,0384
C1	1,2	0,6	1	92	0,0108
C2	1,2	0,6	6	123	0,0487
C3	1,2	0,6	4	103	0,0388
C4	1,2	0,6	6	109	0,055

## 5.2 Analisis Hidrologi

### 5.2.1 Analisis Frekuensi Hujan Rencana

#### 1. Parameter Statistik

Sebelum melakukan analisis frekuensi, perlu dicari beberapa parameter statistik berupa nilai  $\bar{X}$  (rata rata hujan maksimum), S (simpangan baku), Cs (Koefisien Skewness), Cv (Koefisien Variasi), dan Ck (Koefisien Kurtosis) untuk menentukan metode analisis frekuensi yang digunakan. Parameter yang pertama di hitung adalah  $\bar{X}$  (rata rata hujan maksimum).

Tabel 5.3 Perhitungan parameter statistik

Tahun	X	(Xi-X)2	(Xi-X)3	(Xi-X)4
2010	109	4,694444	-10,1713	22,03781
2011	106	26,69444	-137,921	712,5934
2012	106	26,69444	-137,921	712,5934
2013	95	261,3611	-4225,34	68309,63
2014	67	1950,694	-86155,7	3805209
2015	129	318,0278	5671,495	101141,7
2016	153	1750,028	73209,5	3062597
2017	102	84,02778	-770,255	7060,667
2018	153	1750,028	73209,5	3062597
2019	114	8,027778	22,74537	64,44522
2020	101	103,3611	-1050,84	10683,52
2021	99	148,0278	-1801	21912,22
Total	1334	6431,667	57824,11	10141023

Lanjutan Tabel 5.3 Perhitungan parameter statistik

Rata Rata	111,167	535,9722	4818,676	845085,2
S	24,1805			
Cv	0,2175			
Cs	0,4999			
Ck	3,6255			

Mencari Rata Rata  $\bar{X}$

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

$$\bar{X} = 1334/12$$

$$\bar{X} = 111,67$$

Parameter selanjutnya adalah nilai S (simpangan baku)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{535,972}{11}}$$

$$S = 24,1805$$

Parameter selanjutnya adalah nilai Cv (Koefisien Variasi)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{24,1805}{121,273}$$

$$Cv = 0,2175$$

Parameter selanjutnya adalah nilai Cs (Koefisien Skewness).

$$Cs = \frac{\sum(Xi-\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

$$Cs = \frac{57824,11}{11 \times 10 \times 24,1805^3}$$

$$Cs = 0,49987668$$

Parameter selanjutnya adalah nilai Ck (Koefisien Kurtosis)

$$Ck = \frac{\sum(Xi-\bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$$



$$Ck = \frac{10141023}{11 \times 10 \times 9 \times 24,1805^4}$$

$$Ck = 3,625519471$$

## 2. Penentuan metode analisis distribusi frekuensi

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik diatas, maka dapat disimpulkan bahwa metode analisis distribusi yang digunakan adalah Log Person III sesuai dengan syarat dalam Tabel 3.2 Yang ada dalam bukunya Bambang Triatmojo.

Tabel 5.4 Penentuan analisis distribusi frekuensi

No	Ditribusi	Persyaratan	Keterangan
1	Normal	Cs =1 Ck =3	Tidak Sesuai
2	Log Normal	Cs =Cv <sup>3</sup> +3Cv Ck= Cv <sup>8</sup> +6Cv <sup>6</sup> +15Cv <sup>4</sup> +16Cv <sup>2</sup> +3	Tidak Sesuai
3	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Tidak Sesuai
4	Log Person III	Selain dari nilai diatas	Sesuai

## 3. Analisis distribusi frekuensi

Pada tahapan analisis frekuensi, langkah pertama yang perlu dilakukan dalam menentukan hujan rencana adalah mencari nilai log dari setiap data hujan maksimum yang didapatkan tiap tahunnya.

Tabel 5.3 Perhitungan Nilai Yi

Tahun	Curah Hujan Maximum (Xi)	Yi = log xi	(Yi-Yi) <sup>2</sup>	(Yi-Yi) <sup>3</sup>
2010	109	2,0374	9,75E-07	9,62E-10
2011	106	2,0253	0,0001	-1,4E-06
2012	106	2,0253	0,0001	-1,4E-06
2013	95	1,9777	0,0035	-0,0002
2014	67	1,8260	0,0443	-0,0093
2015	129	2,1106	0,0055	0,0004

2016	153	2,1847	0,0202	0,0033
2017	102	2,0086	0,0008	-2,2E-05
2018	153	2,1847	0,0202	0,0033
2019	114	2,0569	0,0004	8,57E-06
2020	101	2,0043	0,001	-3,3E-05
2021	99	1,9956	0,0017	-6,8E-05
Total		24,4373	0,1013	-0,0027
Rata Rata		2,0364	0,0084	-0,0002
Standar deviasi (S)		0,095961972		
Cs		-0,333817034		

Sebagai contoh perhitungan, data yang digunakan adalah data curah hujan maksimum pada tahun 2010 yaitu 109 mm, maka nilai log dapat di hitung sebagai berikut :

$$Y = \log 109$$

$$Y = 2,0374$$

Dengan Hasil diatas dapat dihitung nilai rata rata dari  $Y_i$  adalah sebagai berikut :

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

$$\bar{Y} = \frac{24,4373}{12}$$

$$\bar{Y} = 2,03644$$

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung  $(Y_i - \bar{Y})^2$ , data yang digunakan sebagai contoh perhitungan adalah data  $Y_i$  tahun 2011.

$$(Y_i - \bar{Y})^2 = (2,0253 - 2,0364)^2$$

$$(Y - \bar{Y})^2 = 0,0001$$

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai  $(Y_i - \bar{Y})^3$ , data yang digunakan sebagai contoh perhitungan adalah data  $Y_i$  tahun 2015.

$$(Y - \bar{Y})^3 = (2,1106 - 2,0364)^3$$

$$(Y - \bar{Y})^3 = 0,0004$$

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menghitung nilai standar deviasi (s), yang kemudian digunakan untuk mencari nilai  $C_s$ , kemudian hasil perhitungan nilai  $C_s$  digunakan untuk menentukan nilai Koefisien kala ulang ( $K_T$ ) 2,5, dan 10 tahun berdasarkan tabel nilai k untuk distribusi log person III.

$$S_y = \left( \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \right)^{0,5}$$

$$S_y = \left( \frac{0,1013}{11} \right)^{0,5}$$

$$S_y = 0,096$$

Setelah didapatkan nilai  $S_y$ , kemudian di cari nilai  $C_s$ .

$$C_{sy} = \frac{n \sum(\text{Log } Y_i - \bar{Y})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3}$$

$$C_{sy} = \frac{12 \times -0,1351}{11 \times 10 \times (0,096)^3}$$

$$C_{sy} = -0,3338$$

Kemudian dengan nilai  $C_s$  dapat ditentukan Koefisien kala ulang ( $K_T$ ) sebagai berikut :

$$T = 2, \text{ maka nilai } K_T = 0,0554$$

$$T = 5, \text{ maka nilai } K_T = 0,8638$$

$$T = 10, \text{ maka nilai } K_T = 1,2403$$

Nilai  $K_T$  yang telah didapatkan kemudian digunakan untuk mencari Hujan rencana.

$$Y = \bar{Y} + (K_T \times S Y) = 2,0418$$

$$Y = 2,0418$$

$$X = 110,0922 \text{ mm}$$

Adapun perhitungan dari hujan rencana kala ulang 2,5, dan 10, dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 5.4 Hujan Rencana Kala Ulang

Kala Ulang	$K_T$	Y	X
2	0,055411	2,041757	110,0922
5	0,863821	2,119333	131,6234
10	1,240266	2,155458	143,04

### 5.2.2 Menghitung Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Dalam menghitung waktu konsentrasi ( $t_c$ ) digunakan metode yang diajukan oleh kirpich, oleh karena itu dibutuhkan data panjang saluran dan kemiringan saluran untuk menghitung waktu konsentrasi. Berikut contoh perhitungan intensitas hujan pada saluran A1.

$$L = 0,123 \text{ Km}$$

$$S = 0,04878$$

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

$$t_c = \frac{0,06628 \times 0,123^{0,77}}{0,04878^{0,385}}$$

$$t_c = 0,04223 \text{ Jam}$$

Adapun nilai  $t_c$  disemua saluran disajikan dalam uraian tabel berikut :

Tabel 5.5 Nilai  $T_c$  tiap ruas saluran

Notasi saluran	Panjang Saluran (Km)	S	Panjang Akumulasi (Km)	S Rata Rata	$T_c$ (jam)
A1	0,123	0,0488	0,123	0,0488	0,0422
C1	0,092	0,0108	0,215	0,0298	0,0785
B1	0,0754	0,0106	0,0754	0,0107	0,0521
B2	0,125	0,032	0,2004	0,0214	0,0846
C2	0,123	0,0487	0,3234	0,0304	0,1066
C4	0,109	0,055	0,4324	0,0366	0,1242

Lanjutan Tabel 5.5 Nilai Tc tiap ruas saluran

C3	0,103	0,0388	0,103	0,0388	0,0402
C4	0,109	0,055	0,212	0,0469	0,0652
B3	0,1302	0,0384	0,1302	0,0384	0,0484
C4	0,109	0,055	0,2392	0,0467	0,0716

### 5.2.3 Menghitung Intensitas Hujan

Untuk menghitung intensitas hujan dalam penelitian dilakukan dengan menggunakan persamaan Mononobe, dibutuhkan data hujan rencana (R) dan waktu konsentrasi  $t_c$ , berikut contoh perhitungan intensitas hujan dari saluran A1:

Intensitas hujan kala ulang 2 tahun

$$I_2 = \frac{R_2}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_2 = \frac{110,0922}{24} \times \left(\frac{24}{0,042231}\right)^{2/3}$$

$$I_2 = 314,7230701$$

Intensitas hujan kala ulang 5 tahun

$$I_5 = \frac{R_5}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = \frac{131,6234}{24} \times \left(\frac{24}{0,042231}\right)^{2/3}$$

$$I_5 = 376,2749149$$

Intensitas hujan kala ulang 10 tahun

$$I_{10} = \frac{R_{10}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

$$I_{10} = \frac{143,04}{24} \times \left(\frac{24}{0,042231}\right)^{2/3}$$

$$I_{10} = 408,9117502$$

Adapun hasil perhitungan intensitas hujann pada setiap saluran dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 5.6 Hasil perhitungan intensitas hujan

Notasi saluran	Panjang Saluran (Km)	t <sub>c</sub> (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)		
			T=2	T=5	T=10
A1	0,123	0,0422	314,723	376,275	408,912
C1	0,092	0,0785	208,189	248,905	270,495
B1	0,0754	0,0521	273,515	327,007	355,371
B2	0,125	0,0846	198,047	236,779	257,317
C2	0,123	0,1066	169,76	202,961	220,565
C3	0,103	0,0402	325,068	388,644	422,353
B3	0,1302	0,0484	287,459	343,679	373,488
C4	0,109	0,1242	153,309	183,293	199,191

#### 5.2.4 Analisis Debit Rencana

##### 1. Koefisien Pengaliran

Dalam perhitungan debit banjir diperlukan data koefisien pengaliran. Koefisien pengaliran ini diperoleh dengan menghitung jenis tataguna lahan dan luasannya dalam *catchman Area* suatu saluran, jika ada lebih dari 1 jenis tataguna lahan maka diambil nilai rata rata dari koefisien pengaliran dibagi dengan total luas *catchman Area*. Sebagai contoh, berikut perhitungan koefisien pengaliran saluran A1.

$$A \text{ Taman Haman} = 0,0325 \text{ Ha}, C = 0,25$$

$$A \text{ Bangunan Padat} = 0,15 \text{ Ha}, C = 0,9$$

$$\bar{C} = \frac{\sum(AxC)}{\sum A}$$

$$\bar{C} = \frac{0,3671}{3,2}$$

$$\bar{C} = 0,1147$$

Adapun seluruh perhitungan nilai Koefisien pnegaliran (C) untuk semua saluran dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Tabel 5.7 Perhitungan Koefisien Alrian (C)

Notasi saluran	Penggunaan Lahan atau Bentuk Struktur	Nilai C	A (Ha)	C x A	Niali C Gabungan
A1	Sawah	0,01	2,21	0,0221	0,1147
	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	
	Taman Haman	0,25	0,13	0,0325	
	Bangunan Padat	0,9	0,15	0,135	
C1	Sawah	0,01	2,21	0,0221	0,2523
	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	
	Taman Haman	0,25	0,21	0,0525	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,08	0,072	
	Bangunan Padat	0,9	0,75	0,675	
B1	Taman Haman	0,25	0,1	0,025	0,6400
	Bangunan Padat	0,9	0,15	0,135	
B2	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	0,3777
	Taman Haman	0,25	0,1	0,025	
	Bangunan Terpencar	0,7	0,24	0,168	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,05	0,045	
B3	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	0,6432
	Bangunan Terpencar	0,7	0,24	0,168	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,1	0,09	
	Taman Haman	0,25	0,1	0,025	
C2	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	0,5
	Bangunan Padat	0,9	0,31	0,279	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,34	0,306	

	Taman Haman	0,25	0,33	0,0825	
C3	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	0,5
	Bangunan Padat	0,9	0,31	0,279	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,34	0,306	
	Taman Haman	0,25	0,33	0,0825	
C4	Pemukiman	0,25	0,71	0,1775	0,5006
	Bangunan Padat	0,9	0,31	0,279	
	Lapis Keras Beton	0,9	0,34	0,306	
	Taman Haman	0,25	0,38	0,095	
	Jalan Aspal	0,95	0,03	0,0285	

## 2. Debit Banjir Rencana

Berdasarkan data yang diperoleh diatas maka dapat dihitung debit banjir/rencana di kawasan AIIBS dengan metode rasional sesuai persamaan  $Q = 0,278 \text{ CIA}$  untuk berbagai kala ulang tertentu. Maka dapat dihitung debit banjir rencana untuk saluran A1 seperti berikut.

Debit banjir rencana kala ulang 2 tahun

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

$$Q = 0,278 \times 0,1147 \times 314,723 \times 0,032$$

$$Q = 0,321$$

Adapun seluruh perhitungan debit banjir rencana (Q) untuk semua saluran dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.



Tabel 5.8 Perhitungan debit banjir rencana kala ulang 2 tahun

Notasi saluran	Kala Ulang 2 Tahun	Koef, Pengaliran	A (Km <sup>2</sup> )	Q (M <sup>3</sup> /S)
A1	314,7231	0,1147	0,032	0,321187
C1	208,1889	0,2523	0,0396	0,578244
B1	273,5148	0,64	0,0025	0,121659
B2	198,0465	0,3777	0,011	0,228762
C2	169,7605	0,5	0,0169	0,398784
C3	325,0685	0,5	0,0169	0,763618
B3	287,459	0,6432	0,0115	0,591088
C4	153,3092	0,5006	0,0177	0,377613

Tabel 5.8 Perhitungan debit banjir rencana kala ulang 5 tahun

Notasi saluran	Kala Ulang 5 Tahun	Koef, Pengaliran	A (Km <sup>2</sup> )	Q (M <sup>3</sup> /S)
A1	376,2749	0,1147	0,032	0,384003
C1	248,9053	0,2523	0,0396	0,691334
B1	327,0073	0,64	0,0025	0,145453
B2	236,7794	0,3777	0,011	0,273502
C2	202,9613	0,5	0,0169	0,476776
C3	388,6436	0,5	0,0169	0,912963
B3	343,6786	0,6432	0,0115	0,70669
C4	183,2925	0,5006	0,0177	0,451464

Tabel 5.8 Perhitungan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun

Notasi saluran	Kala Ulang 10 Tahun	Koef, Pengaliran	A (Km <sup>2</sup> )	Q (M <sup>3</sup> /S)
A1	408,9118	0,1147	0,032	0,41731
C1	270,4945	0,2523	0,0396	0,751298
B1	355,3709	0,64	0,0025	0,158069
B2	257,3169	0,3777	0,011	0,297224
C2	220,5655	0,5	0,0169	0,51813
C3	422,3533	0,5	0,0169	0,99215
B3	373,4882	0,6432	0,0115	0,767986
C4	199,1907	0,5006	0,0177	0,490623

### 5.3 Analisis Hidraulika

Tujuan dari analisis hidraulika ini adalah untuk mencari kapasitas eksisting saluran yang kemudian akan dibandingkan dengan banjir rencana apakah kapasitas drainase yang sudah ada mampu untuk menampung debit banjir rencana. Untuk menghitung kapasitas eksisting saluran drainase digunakan persamaan manning, karena bentuk saluran buatan tidak lurus, maka angka manning yang digunakan adalah 0,03. Sebagai contoh, berikut perhitungan analisis hidraulika untuk saluran A1.

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{s}$$

$$A = b \times h$$

$$A = 0,6 \times 1 = 0,6 \text{ m}^2$$

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

$$P = b + 2h$$

$$P = 1 + 2 \times 0,6$$

$$P = 2,2$$

$$R = \frac{0,6}{2,2}$$

$$R = 0,27$$

$$Q = 0,6 \times \frac{1}{0,03} \times 0,27^{2/3} \times \sqrt{0,04878}$$

$$Q = 1,8577 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dengan langkah perhitungan yang sama dengan diatas, maka hasil perhitungan kapasitas eksisting drainase dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.9 Perhitungan kapasitas eksisting drainase

Notasi saluran	Kedalaman (m)	Lebar (m)	A (m <sup>2</sup> )	Kemiringan Saluran (m)	P	R	Q (M <sup>3</sup> /detik)
A1	0,6	1	0,6	0,04878	2,2	0,27	1,8576759
C1	1,2	0,6	0,72	0,0108	3	0,24	0,9632314
B1	0,6	0,6	0,36	0,01061	1,8	0,2	0,422726
B2	0,6	0,6	0,36	0,032	1,8	0,2	0,7341355
C2	1,2	0,6	0,72	0,0487	3	0,24	2,0454234
C3	1,2	0,6	0,72	0,0388	3	0,24	1,8257218
B3	0,6	0,6	0,36	0,0384	1,8	0,2	0,8042052
C4	1,2	0,6	0,72	0,055	3	0,24	2,1737024

Setelah diketahui kapasitas dari masing masing saluran, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan kapasitas debit yang dapat ditampung oleh eksisting saluran dengan debit banjir rencana. Apabila Q kapasitas lebih besar daripada Q Banjir artinya kapasitas saluran tersebut dapat menampung limpasan air hujan yang mengalir dan aman dari banjir. Namun apabila Q kapasitas lebih kecil daripada Q banjir artinya saluran tidak cukup menampung limpasan air hujan dan beresiko terjadi banjir. Adapun perbandingan Q kapasitas dan Q banjir kala ulang 2, 5, dan 10 Tahun dapat dilihat dalam tabel dibawah ini

Tabel 5.10 Perbandingan Q kapasitas dan Q banjir kala ulang 2 tahun

Notasi saluran	Q Kapasitas existing	Q kala ulang 2 tahun	Keterangan
A1	1,8576759	0,321187	Aman
C1	0,9632314	0,578244	Aman
B1	0,422726	0,121659	Aman
B2	0,7341355	0,228762	Aman
C2	2,0454234	0,398784	Aman
C3	1,8257218	0,763618	Aman
B3	0,8042052	0,591088	Aman
C4	2,1737024	0,377613	Aman

Tabel 5.11 Perbandingan Q kapasitas dan Q banjir kala ulang 5 tahun

Notasi saluran	Q Kapasitas existing	Q kala ulang 5 tahun	Keterangan
A1	1,857676	0,384003	Aman
B1	0,963231	0,691334	Aman
B2	0,422726	0,145453	Aman
B3	0,734136	0,273502	Aman
C1	2,045423	0,476776	Aman
C2	1,825722	0,912963	Aman
C3	0,804205	0,70669	Aman
C4	2,173702	0,451464	Aman

Tabel 5.12 Perbandingan Q kapasitas dan Q banjir kala ulang 10 tahun

Notasi saluran	Q Kapasitas existing	Q kala ulang 10 tahun	Keterangan
A1	1,857676	0,41731	Aman
B1	0,963231	0,751298	Aman
B2	0,422726	0,158069	Aman
B3	0,734136	0,297224	Aman
C1	2,045423	0,51813	Aman
C2	1,825722	0,99215	Aman
C3	0,804205	0,767986	Aman
C4	2,173702	0,490623	Aman

#### 5.4 Pembahasan

Dari hasil perbandingan diatas diketahui terdapat 8 saluran yang telah dilakukan analisis dinyatakan aman karena memiliki kapasitas yang cukup dalam menampung debit banjir rencana kala ulang 2,5, dan 10 tahun

Namun dijumpai sering terjadi banjir atau genangan di saluran B1, yang mungkin dapat disebabkan oleh adanya endapan lumpur yang terbawa saat hujan deras yang berasal dari taman yang ada di sebelah saluran B1

Banjir juga sering dijumpai terjadi pada saluran B2, hal ini dapat disebabkan pengaruh debit yang meluap dari B1, serta adanya tumpukan sampah pada lengkung saluran yang dapat menyebabkan kapasitas saluran berkurang.

Pada saluran C4 juga dijumpai sering terjadi banjir, hal ini dapat disebabkan karena saluran C4 merupakan saluran paling hilir, banjir dapat terjadi karena pengaruh luapan air dari saluran B1 dan B2, adapun banjir biasanya terjadi pada saat intensitas hujan yang tinggi dalam waktu yang lama.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab V diatas makan dapat disimpulkan .

1. Besarnya debit rencana setiap saluran pada daerah penelitian AIIBS berbeda beda, debit rencana maksimum kala ulang 2 Tahun terjadi pada saluran C3 dengan besar  $0,7636 \text{ m}^3/\text{detik}$
2. Dari 8 saluran yang dianalisis, seluruh saluran yaitu A1, C1, B2, C2, B3, C3, C4 memiliki kapasitas yang cukup dalam menampung debit banjir rencana kala ulang 2,5, dan 10 tahun yang telah di analisis.
3. Seluruh saluran dapat menampung debit banjir rencana, adapun banjir atau genangan yang terjadi di lokasi penelitian dapat disebabkan oleh penyebab lain seperti menumpuknya sampah pada ujung segmen saluran atau terjadinya sedimentasi lumpur yang terbawa masuk kedalam saluran yang menyebabkan pendangkalan.

#### **6.2 Saran**

1. Untuk hasil yang lebih akurat, disarankan untuk menggunakan data hujan lebih dari 1 stasiun
2. Disarankan data yang diambil merupakan data primer atau pengukuran langsung dan bukan menggunakan data sekunder.
3. Disarankan dicari kembali referensi yang lebih detail dalam penggunaan koefisien manning.

## DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, Bambang. 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Nursigit. 1984. *Drainase Untuk Teknik Sipil*. Yogyakarta : Universitas Atmajaya, Yogyakarta
- Suhardjono. 1984. *Drainasi*, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
- Hasmar. H. 2004. *Drainase Perkotaan*, UII Press, Yogyakarta.
- Nurhamidin. A.E. *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa) Universitas Sam Ratulangi*, Manado, M. Ihsan Jasin, Fuad Halim
- Pania, H.G. 2013. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi*, Universitas Sam Ratulangi , Manado
- Riandi, D. 2022. *Perencanaan Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara*, Universitas Islam Malang, Malang
- Qurniawan, A.Y. *Perencanaan Drainase Komplek Terpadu Ibu Kota Kabupaten Kayong Utara* , Universitas 11 Maret, Surakarta
- Handoko, A. 2016. *Perencanaan Sistem Drainase Studi Kasus : Proyek Pembangunan Komplek Sekolah Al-Hasna Dan Wilayah Sekitarnya Di Desa Gondang Kecamatan Kebonarum Kabupaten Klaten*, Universitas Widya Dharma, Klaten
- Sosrodarsono, 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Soemarto, 1999. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung, Erlangga, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2014. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta

## LAMPIRAN



**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG**

JL. Siliwangi No. 291 Semarang 50145 Telp. 024-7609016 Fax. 024-7612394  
Email: [staklim.semarang@bmgk.go.id](mailto:staklim.semarang@bmgk.go.id) <http://www.klimatologi.semarang.bmgk.go.id>

**INFORMASI CURAH HUJAN MAKSIMUM TAHUNAN (mm) TAHUN 2010 - 2021  
LOKASI : JUMANTONO KAB. KARANGANYAR**

Berikut kami sampaikan Informasi Curah Hujan Maksimum Tahunan wilayah Jumantono Kab. Karanganyar periode tahun 2010 - 2021 :

1. Curah hujan maksimum tahunan **tertinggi** pada pos hujan Jumantono Kab. Karanganyar sebesar 153 mm terjadi pada tanggal 19 Juni 2016 dan 2 Februari 2018.
2. Curah hujan maksimum tahunan **terendah** pada pos hujan Jumantono Kab. Karanganyar sebesar 67 mm terjadi pada tanggal 16 Maret 2014.

Demikian informasi yang dapat kami sampaikan semoga bermanfaat.

Semarang, 12 Januari 2023

a.n. Kepala Stasiun Klimatologi Semarang  
Koordinator Bidang Data dan Informasi







**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG**

JL. Siliwangi No. 291 Semarang 50145 Telp. 024-7609016 Fax. 024-7612394  
Email: [staklim.semarang@bmgk.go.id](mailto:staklim.semarang@bmgk.go.id) <http://www.klimatologi.semarang.bmgk.go.id>

**INFORMASI CURAH HUJAN MAKSIMUM TAHUNAN (mm) TAHUN 2010 - 2021  
LOKASI : JUMANTONO KAB. KARANGANYAR**

Tahun	Curah Hujan Maksimum	Tanggal Kejadian
2010	109	10 Maret 2010
2011	106	15 Mei 2011
2012	106	28 November 2012
2013	95	15 Februari 2013
2014	67	16 Maret 2014
2015	129	8 Desember 2015
2016	153	19 Juni 2016
2017	102	16 November 2017
2018	153	2 Februari 2018
2019	114	28 Desember 2019
2020	101	14 Desember 2020
2021	99	24 Desember 2021

**Keterangan :**

**Curah hujan harian**

0 – 20 mm : Ringan  
21 – 50 mm : Sedang  
51 – 100 mm : Lebat  
101 – 150 mm : Sangat Lebat  
> 150 mm : Ekstrim

Semarang, 12 Januari 2023

a.n. Kepala Stasiun Klimatologi Semarang  
Koordinator Bidang Data dan Informasi



**IIS WIDYA HARMOKO, M.Kom**

NIP : 19780122 199803 1001



**BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA  
STASIUN KLIMATOLOGI SEMARANG**

JL. Siliwangi No. 291 Semarang 50145 Telp. 024-7609016 Fax. 024-7612394  
Email: [staklim.semarang@bmgk.go.id](mailto:staklim.semarang@bmgk.go.id) <http://www.klimatologi.semarang.bmgk.go.id>

Koordinat Stasiun Poos Hujan Jumantono Karanganya

Bujur : 110.979267

Lintang : - 7.6548





