

**ANALISIS SISTEM DRAINASE YANG BERKELANJUTAN  
DI LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA  
(ITERA)**

**(Tesis)**

**Oleh**

**FIRDAUS**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS SISTEM DRAINASE YANG BERKELANJUTAN DI LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA (ITERA)**

**Oleh**

**FIRDAUS**

Institut Teknologi Sumatera merupakan perguruan tinggi baru yang masih memerlukan perencanaan serta pembangunan infrastruktur, salah satu pembangunan yang diperlukan adalah pembangunan sistem drainase, yaitu sistem drainase berkelanjutan yang menganut konsep konservasi air. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menganalisis kondisi topografi, serta kinerja sistem drainase yang ada di ITERA dan menyusun rekomendasi sistem drainase berkelanjutan. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, pertama melakukan analisis kondisi topografi yang ada di ITERA. Kedua melakukan analisis kapasitas drainase eksisting, yaitu membandingkan kapasitas drainase eksisting terhadap debit limpasan yang terjadi ketika hujan. Perhitungan debit limpasan didapat dari analisis hidrologi terhadap data curah hujan dengan metode seri parsial maximum tahunan. Ketiga melakukan sintesis konektifitas antar ruas drainase terhadap embung-embung yang ada di ITERA.

Hasil dari beberapa analisis di atas didapatkan bahwa, pertama topografi di ITERA relatif datar dengan ketinggian paling dominan adalah 85 - 100 m dan 100 - 105 m. Kedua, didapatkan hasil perhitungan bahwa kapasitas drainase eksisting masih mampu menampung debit limpasan yang terjadi. Sehingga untuk saat ini masih aman terhadap genangan maupun banjir. Ketiga didapatkan hasil bahwa ada beberapa drainase eksisting yang belum terkoneksi dengan ruas drainase yang lain dan air melimpas tidak ke tempat yang telah ditentukan sebagai tampungan yaitu embung.

**Kata Kunci:** Drainase Berkelanjutan, Metode seri parsial, Kapasitas, Konektifitas

## **ABSTRACT**

### **SUSTAINABLE DRAINAGE SYSTEM ANALYSIS IN THE INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA (ITERA)**

**By**

**FIRDAUS**

*The Institut Teknologi Sumatera is a new university that still requires planning and infrastructure development, one of the development needed is the construction of a drainage system, namely a sustainable drainage system that adheres to the concept of water conservation. The purpose of this research is to analyze topographic conditions, as well as the performance of the existing drainage system in ITERA and to develop recommendations for a sustainable drainage system. In this study, several stages were carried out, first analyzing the topographical conditions in ITERA. The second is to analyze the existing drainage capacity, which is to compare the existing drainage capacity to the runoff that occurs when it rains. The calculation of runoff discharge is obtained from hydrological analysis of rainfall data using the annual maximum partial series method. Third, synthesizing the connectivity between drainage segments to the reservoirs in ITERA.*

*The results of several analyzes above show that, firstly, the topography in ITERA is relatively flat with the most dominant elevations being 85 - 100 m and 100 - 105 m. Second, the calculation results show that the existing drainage capacity is still able to accommodate the runoff that occurs. So for now it is still safe against inundation and flooding. Third, the results show that there are several existing drainages that have not been connected to other drainage segments and water does not run off to the designated place as a reservoir, namely the reservoir.*

*Keyword: Sustainable drainage, Partial Series Method, Capacity, Connectivity*

**ANALISIS SISTEM DRAINASE YANG BERKELANJUTAN  
DI LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA  
(ITERA)**

**Oleh**

**FIRDAUS**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Magister Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

**Judul Tesis : ANALISIS SISTEM DRAINASE YANG BERKELANJUTAN DI LINGKUNGAN INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA (ITERA)**

**Nama Mahasiswa : Firdaus**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 2025011003**

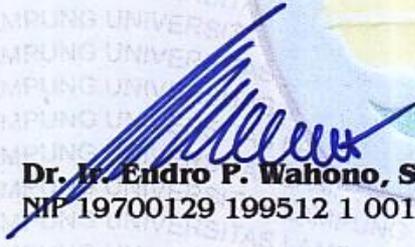
**Program Studi : Magister Teknik Sipil**

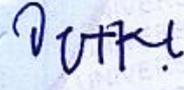
**Fakultas : Teknik**



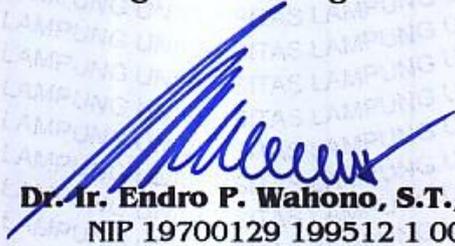
**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700129 199512 1 001

  
**Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc.**  
NIP 19691219 199512 2 001

**2. Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil**

  
**Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700129 199512 1 001

## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**

Sekretaris

: **Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**

### 2. Dekan Fakultas Teknik

**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**

NIP. 19750928/200112 1 002

### 3. Direktur Program Pascasarjana

**Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**

NIP. 19710415 199803 1 005

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **12 Agustus 2022**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Firdaus  
NPM : 2025011003  
Jurusan/Prodi : Magister Teknik Sipil  
Judul Tesis : Analisis Sistem Drainase Yang Berkelanjutan di Lingkungan Institut Teknologi Sumatera (Itera)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya serahkan ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dari ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila dikemudian hari saya terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil plagiat, maka gelar dan ijazah yang diberikan oleh Universitas batal saya terima.

Bandar Lampung, Juni 2023

Yang menyatakan,



Firdaus  
NPM: 2025011003

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Lampung Utara, Lampung pada tanggal 20 September 1992, sebagai anak keenam dari tujuh bersaudara, dari pasangan Bapak Iskhaq dan Ibu Maskanah. Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 1 Madukoro, Kotabumi Utara pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 6 Kotabumi pada tahun 2008, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 2 Kotabumi pada tahun 2011 dan Strata satu (S1) di Universitas Lampung Jurusan Teknik Sipil pada tahun 2016.

Pada tahun 2016-2017 penulis pernah bekerja sebagai konsultan perencana pada perusahaan yang ada di Bandar Lampung. Pada tahun 2017 melangsungkan pernikahan dan saat ini telah dikaruniai 4 putra dan putri yang lucu dan imut. Tahun 2018 bekerja di Institut Teknologi Sumatera sebagai Tenaga Kependidikan (Tendik) hingga sekarang. Pada tahun 2020 ITERA membuka program beasiswa bagi para Dosen dan Tendik untuk melanjutkan pendidikan kejenjang berikutnya. Dan penulis pun mengikuti program tersebut dan akhirnya lolos bisa melanjutkan Pendidikan Strata-2 di Universitas Lampung Jurusan Magister Teknik Sipil.

## *PERSEMBAHAN*

*Satu dedikasi untuk Bapak dan ibu tercinta...*

*Seorang Bapak yang semasa hidupnya tak pernah berhenti memberi yang terbaik untuk anak-anaknya.*

*Seorang ibu yang selalu sabar mendengar keluh-kesah kami, sekaligus guru yang tak pernah lelah menuntun kami untuk menjalani hidup dengan benar.*

*Seorang Bapak Yang selalu mendidik dengan penuh ketegasan dan tanggung jawab sedari kami kecil.*

*Seorang ibu Yang selalu mengajarkan kami dengan lembut dan penuh kasih sayang untuk menjaga prasangka diri dan perasaan orang lain.*

*Bapak yang selalu mengajarkan untuk selalu taat kepada sang kholik, sebagai pencipta jagat raya*

*Ibu Yang selalu menanamkan prinsip bahwa pencapaian yang besar tidak akan pernah lepas dari perhatian terhadap hal-hal kecil dan sederhana.*

*Banyak hal yang harus kami lakukan untuk terus berbakti kepada engkau wahai ayah dan ibu...*

*Dan satu dedikasi lagi untuk istri tercinta*

*Seorang istri yang selalu mendukung Pendidikan suaminya dari awal hingga sampai terselesaikan nya tesis ini*

*Seorang istri dengan penuh kesabaran nya mendidik dan merawat anak-anak tanpa Lelah dan keluh kesah*

*Dan seorang istri yang selalu menyemangati suaminya dikala  
suka maupun duka*

*Teruntuk anak-anak ku tersayang, jika suatu saat kalian membaca  
tesis ini ingatlah bahwa dulu ayah dan bunda pernah berjuang  
Bersama-sama untuk membesarkan dan mendidik buah hati  
tercintanya.*

*Banyak momen berharga yang harus kami lewati dengan terus  
bersama kalian...*

*Terimakasih*

*Atas kasih dan sayung nya selama ini dan hingga akhir nanti.....*

## SANWACANA

Alhamdulillah robbil alamin puji syukur kehadiran allah SWT, yang mana allah SWT masih memberikan kenikmatan dan masih memberikan kesempatan untuk bisa hidup di dunia ini, mudah-mudahan kita termasuk orang-orang yang pandai bersyukur atas apa yang telah allah berikan dan mudah-mudahan bukan termasuk orang-orang yang merugi. Sholawat serta salam selalu tucurahkan kepada junjungan kita nabi Muhammad SAW. Mudah-mudahan kita termasuk golongan umatnya yang mendapatkan syafaat dari beliau di yaumul akhir kelak, aamiin.

Tesis yang penulis buat dengan judul “*Analisis Sistem Drainase Yang Berkelanjutan di Lingkungan Institut Teknologi Sumatera*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Endro P. Wahono S.T., M.Sc selaku Ketua Jurusan Magister Teknik Sipil;
3. Bapak Dr. Ir. Endro P. Wahono S.T., M.Sc selaku Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;

4. Ibu Dr. Dyah Indriana K. S.T., M.Sc selaku Pembimbing Kedua atas kesediaan memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses penyelesaian Tesis ini;
5. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T selaku Penguji Utama pada ujian Tesis. Terima kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar-seminar terdahulu;
6. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D selaku Penguji dua dalam penyelesaian Tesis ini. Terima kasih atas bimbingan ilmu yang telah diberikan selama ini.
7. Bapak dan Ibu Staf Administrasi Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
8. Bapak dan Mamak yang telah berjuang untuk anak-anaknya sampai detik ini dan yang telah mendoakan terus tiada henti demi cita-cita anaknya;
9. Ayah dan mamak (Mertua) yang telah mendukung dan selalu mendoakan anak menantunya hingga saat ini.
10. Seluruh saudara-saudara ku tercinta (Mba. Isti'anah dan Keluarga, Mba. Erfina dan Keluarga, Mb Rachmawati dan Keluarga, Mas. Irfan dan Keluarga, Mas. Ridwan dan Keluarga, Kak Dahlan dan Keluarga, Kak Yudi dan Keluarga, Kak Suhardi dan Keluarga, Kak Nashor dan Keluarga) dan Adik bungsu tercinta Fauziah. Terimakasih atas bantuan dan sokongannya selama ini, mudah-mudahan kebersamaan kita terus terjaga.
11. Istriku tercinta, Istiqomah yunus, S.E.I terimakasih atas dukungan tenaga, fikiran dan doa selama ini, mudah-mudahan rumah tangga kita selalu diberkahi Allah SWT dari awal menikah hingga akhir hayat, dan semoga kita Bersama-sama lagi di Jannah-Nya. Terima kasih telah membersamai anak-

anak kita: Azzam Abdillah F, Azma Qonita F, Azka Faruq F dan Azki Hamam F.

12. Seluruh rekan-rekan Magister Teknik Sipil Angkatan 2020 Universitas Lampung. Terima kasih atas kebersamaan kalian selama ini. Meskipun Angkatan kita tidak pernah merasakan kuliah secara offline karena sedang Pandemi Covid-19 mudah-mudahan tidak mengurangi rasa kebersamaan kita. Tetap semangat untuk menyelesaikan Tesis sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Magister.
13. Alm. Prof. Dr. Ir. Ofyar Z. Tamin, M.Sc (Rektor ITERA 2014-2018 dan 2018-2021) Terima Kasih yang telah membuat program beasiswa bagi para Dosen dan Tendik untuk melanjutkan Pendidikan ke jenjang Selanjutnya, jasa engkau begitu mulia, dedikasi yang luar biasa untuk kemajuan ITERA, kami doakan engkau mendapatkan tempat terbaik di Jannah-Nya.
14. Seluruh rekan-rekan kerja di ITERA yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, tetap solid dan semangat untuk memberikan loyalitas kita kepada Negara melalui Lembaga Pendidikan yaitu ITERA.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Manusia tempatnya salah dan lupa, masih banyak terdapat kekurangan disana sini. Besar harapannya dapat memberikan masukan-masukan dan saran-saran, sedikit harapan semoga Tesis yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Agustus 2022  
Penulis

**Firdaus, S.T**

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

I.	PENDAHULUAN.....	1
A.	Latar Belakang .....	1
B.	Rumusan Masalah .....	4
C.	Tujuan Penelitian .....	4
D.	Batasan Masalah.....	5
E.	Manfaat Penelitian .....	5
II.	TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A.	Drainase.....	6
B.	Jenis-Jenis Drainase .....	6
C.	Bentuk Penampang Saluran Drainase.....	8
D.	Drainase Berkelanjutan .....	11
E.	Siklus Hidrologi .....	13
F.	Daerah Aliran Sungai.....	17
G.	Perhitungan Curah Hujan Rata-rata .....	19
H.	Analisis Frekuensi.....	22
I.	Uji Kesesuaian .....	26
J.	Perhitungan Intensitas .....	29
K.	Perhitungan Koefisien Pengaliran (C) .....	31
L.	Perhitungan Debit.....	32
M.	Kala Ulang (Periode Ulang).....	37
N.	Penelitian Terdahulu .....	38
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	46
A.	Lokasi penelitian .....	46
B.	Metode Pengumpulan Data .....	48
C.	Alat dan Bahan.....	50
D.	Metode Penelitian.....	51
E.	Diagram Alir Penelitian .....	52
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54

A.	Pembagian Zonasi .....	54
B.	Kondisi Exsisting .....	55
C.	Analisis Hidrologi .....	62
D.	Analisis Drainase Eksisting.....	70
V.	KESIMPULAN .....	78
	DAFTAR PUSTAKA .....	80

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai K untuk metode distribusi log pearson III .....	25
Tabel 2. Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat.....	28
Tabel 3. Koefisien Aliran untuk Metode Rasional.....	31
Tabel 4. Faktor Frekuensi .....	33
Tabel 5. Koefisien Kekasaran Manning.....	36
Tabel 6. Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan.....	36
Tabel 7. Kala Ulang (Periode Ulang) Hujan .....	38
Tabel 8. Penelitian Terdahulu .....	38
Tabel 9. Data Tutupan Lahan.....	61
Tabel 10. Perhitungan Curah Hujan Maksimal.....	62
Tabel 11. Perhitungan Dispersi Normal.....	63
Tabel 12. Perhitungan Dispersi Log Normal .....	63
Tabel 13. Penentuan Jenis Sebaran .....	64
Tabel 14. Perhitungan Uji Smirnov .....	64
Tabel 15. Grafik Perhitungan Uji Smirnov .....	65
Tabel 16. Perhitungan Chi Kuadrat.....	66
Tabel 17. Perhitungan Curah Hujan Rencana .....	66
Tabel 18. Perhitungan $t_0$ .....	67
Tabel 19. Perhitungan $t_d$ .....	67
Tabel 20. Tabel Perhitungan $T_c$ .....	67
Tabel 21. Tabel Perhitungan Intensitas (I).....	68
Tabel 22. Tabel Perhitungan koefisien C Zona 1 .....	68
Tabel 23. Perhitungan koefisien C Zona 2.....	69
Tabel 24. Perhitungan koefisien C Zona 3.....	69
Tabel 25. Perhitungan Debit Rencana (m <sup>3</sup> /s) .....	70
Tabel 26. Perhitungan Debit Saluran (Qs) .....	71
Tabel 27. Analisis Kapasitas Drainase Eksisting.....	71
Tabel 28. Konektifitas Drainase Eksisting .....	73
Tabel 29. Konektifitas Drainase Rencana.....	76

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Genangan Jalan Gedung C .....	2
Gambar 2. Embung A dan C .....	4
Gambar 3. Embung D dan F .....	4
Gambar 4. Saluran Persegi Panjang .....	9
Gambar 5. Saluran Bentuk Trapesium .....	10
Gambar 6. Saluran Bentuk Segitiga .....	10
Gambar 7. Saluran Bentuk Lingkaran.....	11
Gambar 8. Klasifikasi fasilitas penahan air hujan (Suripin, 2004) .....	12
Gambar 9. Siklus Hidrologi .....	16
Gambar 10. Penampang persegi.....	36
Gambar 11. Peta Wilayah ITERA.....	47
Gambar 12. Foto Penakar Hujan Sta. ITERA .....	48
Gambar 13. Topografi Lahan ITERA .....	49
Gambar 14. Personal Computer (PC).....	50
Gambar 15. GPS Geodetic .....	51
Gambar 16. Meteran.....	51
Gambar 17. Diagram Alir Penelitian .....	53
Gambar 18. Peta Zonasi Drainase .....	54
Gambar 19. Peta Drainase di Zona 1 .....	56
Gambar 20. Nomenklatur Drainase Eksisting di Zona 1 .....	56
Gambar 21. Peta Drainase di Zona 1 .....	57
Gambar 22. Peta Drainase di Zona 3 .....	58
Gambar 23. Nomenklatur Drainase Eksisting di Zona 2 .....	59
Gambar 24. Nomenklatur Drainase Eksisting di Zona 3 .....	59
Gambar 25 (a) & (b). Kondisi Bahu Jalan depan gedung C .....	72
Gambar 26. Konektifitas Drainase Eksisting .....	74
Gambar 27. Konektifitas Drainase Rencana .....	75

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Institut Teknologi Sumatera merupakan perguruan tinggi negeri baru yang ada di Indonesia. Institut Teknologi Sumatera (ITERA) telah diresmikan oleh Presiden Republik Indonesia, bapak Prof. Dr. H. Susilo Bambang Y, pada tanggal 6 Oktober 2014, yang bertempat di Kecamatan Way Hui Kabupaten Lampung Selatan. Selain ITERA juga didirikan secara bersamaan perguruan tinggi negeri oleh presiden di Balikpapan yaitu Institut Teknologi Kalimantan (ITK). Dalam sepuluh tahun kedepan ITERA memiliki masterplan percepatan untuk dapat memiliki kualitas minimal setara dengan ITB, maka dalam perkembangan dan pertumbuhannya ITERA berkolaborasi dengan ITB dalam rangka untuk mencapai visi percepatan pembangunan tersebut. ITERA memiliki jurusan dan program studi yang dibutuhkan oleh calon-calon mahasiswa yang ada di Sumatera bahkan yang ada di Indonesia.

ITERA yang pertumbuhannya masih tergolong Perguruan Tinggi Negeri baru, tentu akan banyak sekali memerlukan perencanaan serta pembangunan infrastruktur yang memadai, agar kegiatan belajar dan mengajar dapat berjalan dengan baik. Salah satu pembangunan yang diperlukan ITERA adalah pembangunan sistem drainase. Pembangunan sistem drainase yang baik tentu diawali dengan perencanaan sistem drainase yang baik pula.

Drainase dalam sebuah kawasan yang berpenghuni tentu memiliki peranan yang sangat. Sistem pengendalian air yang baik akan sangat membantu dalam mencegah persoalan yang ditimbulkan oleh air, misalnya seperti banjir, mengendalikan aliran permukaan air tanah, mencegah tanah longsor, mencegah erosi tanah, kerusakan konstruksi jalan dan bangunan yang lain nya. Sistem drainase dapat dikatakan memiliki sistem yang baik apabila terkoneksi secara sistematis antara yang satu dengan lainnya dalam proses mengalirkan atau bahkan meresapkan air kedalam tanah, sehingga tidak terjadi genangan-genangan yang seharusnya tidak terjadi genangan.

ITERA memiliki permasalahan drainase pada saat musim hujan. Ada beberapa titik area yang mengalami genangan pada saat hujan turun. Salah satunya adalah pada jalan di depan gedung A dan di depan gedung C (gedung LPPM) ITERA. Penyebabnya adalah terjadi permasalahan pada drainase jalan tersebut. Maka dari itu dengan adanya penelitian ini mudah-mudahan dapat membantu instansi terkait untuk memecahkan permasalahan tersebut.



**Gambar 1. Lokasi Genangan Jalan Gedung C**

Konsep dasar drainase adalah mengalirkan air secepat-cepatnya agar tidak terjadi genangan. Namun seiring berjalannya waktu perlu adanya keseimbangan antara pemakaian dan ketersediaan air, maka diperlukan suatu sistem drainase yang tidak hanya aman terhadap genangan tetapi juga sekaligus berasas pada konservasi air.

Sistem drainase berkelanjutan pada dasarnya harus dapat mengelola limpasan air permukaan, yang kemudian dapat ditampung atau ditahan pada fasilitas-fasilitas pendukung seperti misalnya embung untuk mendukung konsep konservasi air.

Embung merupakan sebuah bangunan berbentuk kolam ataupun cekungan yang berfungsi menampung air hujan (*presipitasi*) maupun air limpasan (*surface run off*) serta sumber air lainnya untuk mendukung usaha konservasi air. ITERA setidaknya sudah memiliki enam buah reservoir (Embung) sebagai tampungan atau penyimpanan air. Embung-embung tersebut yaitu Embung A, Embung B, Embung C, Embung D, Embung E dan Embung F.

ITERA untuk saat ini ada beberapa area yang sudah memiliki drainase dan ada juga yang belum memiliki drainase. Namun drainase yang ada belum menganut konsep drainase berkelanjutan. Karena masih berdiri sendiri dan belum terkoneksi secara langsung ke embung-embung yang ada. Sehingga perlu adanya sintesis sistem drainase berkelanjutan.



**Gambar 2. Embung A dan C**



**Gambar 3. Embung D dan F**

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi topografi di lingkungan kampus ITERA?
2. Bagaimana sistem drainase eksisting di lingkungan kampus ITERA?
3. Bagaimana sistem drainase yang berkelanjutan untuk dilingkungan kampus ITERA?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kondisi topografi di lingkungan kampus ITERA.
2. Menganalisis kinerja sistem drainase eksisting di kampus ITERA.

3. Menyusun sintesis rekomendasi sistem drainase berkelanjutan di kampus ITERA.

#### **D. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di lingkungan kampus ITERA dan terbagi dalam 3 zona.
2. Analisis yang dilakukan menggunakan perhitungan data curah hujan dari stasiun yang ada di kampus ITERA (Tahun 2018-2021)
3. Penelitian ini dilakukan hanya untuk menganalisis sistem drainase di kampus ITERA dan membuat rancangan sistem drainase yang berkelanjutan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan oleh pimpinan ITERA atau oleh stakeholder yang berwenang untuk mengimplementasikan sistem drainase berkelanjutan, sehingga diharapkan mampu mengatasi masalah-masalah yang ditimbulkan oleh adanya limpasan air permukaan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Drainase

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat artikan sebagai serangkaian sistem bangunan air yang bertujuan untuk mengurangi atau membuang kelebihan limpasan air dari suatu lahan atau lokasi, sehingga lokasi dapat dimanfaatkan secara optimal. Menurut (Suripin, 2004) Drainase juga dapat diartikan sebagai upaya untuk mengendalikan kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi.

### B. Jenis-Jenis Drainase

Menurut Halim (2012) jenis-jenis drainase dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu :

#### 1. Menurut sejarah terbentuknya

##### a) Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

##### b) Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase buatan yaitu drainase yang dalam pembentukannya didasarkan pada analisis ilmu drainase.

## 2. Menurut letak saluran

### a) Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Karena letaknya dipermukaan, drainase permukaan tanah berfungsi untuk mengalirkan limpasan air permukaan, yang analisis alirannya menggunakan sistem analisis *open channel flow*.

### b) Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase ini memiliki letak di bawah permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan melalui media yang ada dibawah tanah, misalnya pipa dll. Drainase bawah tanah ini dapat digunakan untuk daerah yang dalam peruntukannya mengharuskan sistem drainasenya ada di bawah tanah, misalnya landasan pacu pesawat terbang, lapangan sepak bola, taman dan masih banyak yang lain nya.

## 3. Menurut konstruksi

### a) Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah sistem saluran yang didesain untuk menampung atau mengalirkan air limpasan permukaan seperti air hujan, air buangan di pinggir kota dll. Sistem saluran terbuka ini dalam pengerjaan konstruksinya biasanya di beri lapisan pelindung permukaan, misalnya pemasangan batu, rumput atau dengan beton ready mix. Akan tetapi ada juga beberapa saluran yang tidak memiliki lapisan pelindung dikarenakan mempertimbangkan masalah biaya dan waktu.

b) Saluran Tertutup

Sistem saluran tertutup ini berfungsi untuk mengalirkan air kotor atau air limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Sistem saluran ini sangat baik dipergunakan pada daerah perkotaan yang tingkat kepadatan penduduknya sangat tinggi seperti kota besar, kota metropolitan dan kota dengan lebar jalan yang sempit, dengan adanya saluran drainase tertutup maka tidak mengurangi lebar jalan yang ada, dikarenakan diatas saluran tersebut dapat digunakan sebagai jalan.

#### 4. Menurut fungsi

a) *Single Purpose*

Fungsi dari saluran *Single purpose* adalah untuk mengalirkan air buangan satu jenis saja, misalnya air limbah saja. Tidak dapat dicampurkan dengan buangan air lainnya.

b) *Multy Purpose*

Fungsi saluran *Multy purpose* adalah untuk mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bersamaan maupun secara bergantian, (Halim. 2012).

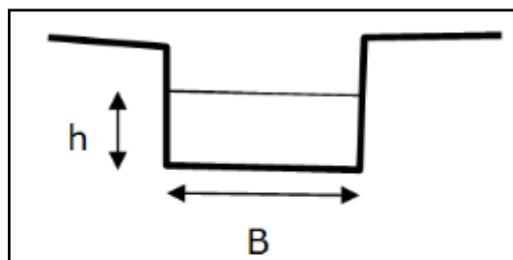
#### C. Bentuk Penampang Saluran Drainase

Bentuk-bentuk penampang drainase memiliki bentuk yang mirip atau tidak jauh berbeda dari bentuk saluran irigasi secara umum. Dalam pembentukan dimensi saluran drainase harus di rancang dengan bentuk dimensi yang ekonomis, sesuai dengan debit rencana yang dihitung. Dalam pelaksanaan pembangunan dimensi drainase yang terlalu kecil maka tidak akan mampu menampung

limpasan debit yang terjadi dan akan menimbulkan permasalahan seperti genangan-genangan atau bahkan banjir. Sebaliknya jika dimensi drainase terlalu besar maka tidak bersifat ekonomis karena adanya kerugian biaya yang terjadi. Ada beberapa bentuk saluran yang sudah lazim ada di Indonesia yaitu:

### 1. Persegi Panjang

Saluran drainase ini pada dasarnya berbentuk 4 (empat) persegi panjang, yang dalam pengaplikasiannya tidak membutuhkan banyak ruang. Tapi sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini adalah dinding saluran harus terbuat dari pasangan batu atau cor beton ready mix, dikarenakan jika tidak maka dinding permukaan saluran akan mudah tergerus oleh aliran air.



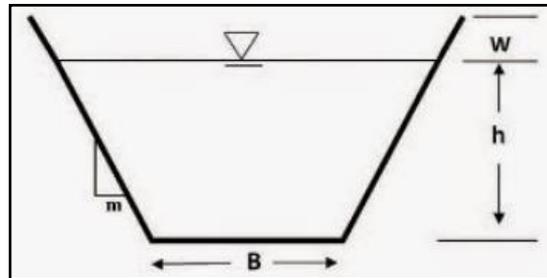
*Sumber: Permen PU No 12 2014*

**Gambar 4. Saluran Persegi Panjang**

### 2. Trapesium

Saluran drainase berbentuk trapesium dalam pengaplikasiannya memerlukan ruang yang lebih besar, dikarenakan memiliki lebar atas dan lebar bawah untuk mencapai dinding saluran dengan kemiringan tertentu. Oleh karena memiliki kemiringan dinding tertentu maka dalam konstruksinya dapat berupa tanah asli atau gebalan rumput untuk menghemat anggaran, namun tidak menutup kemungkinan juga dapat

berupa pasangan batu belah atau berupa cor beton ready mix. Saluran ini sering diaplikasikan untuk mengalirkan limpasan air hujan, air irigasi atau air rumah tangga dengan debit air yang besar.

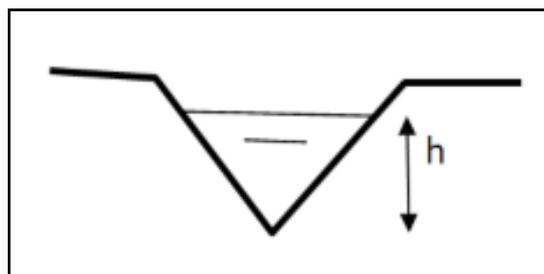


Sumber: Permen PU No 12 2014

**Gambar 5. Saluran Bentuk Trapesium**

### 3. Segitiga

Bentuk saluran ini hampir mirip dengan saluran berbentuk trapesium hanya saja tidak memiliki lebar bawah saluran, dan dipergunakan untuk mengalirkan limpasan air dengan debit yang lebih kecil.

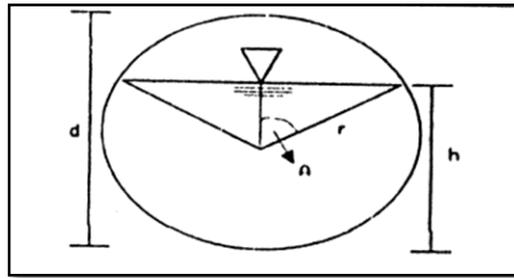


Sumber: Permen PU No 12 2014

**Gambar 6. Saluran Bentuk Segitiga**

### 4. Lingkaran

Saluran berbentuk lingkaran sering digunakan pada gorong-gorong atau saluran kota di tengah-tengah jalan, dimana letak saluran nya terletak di bawah tanah.

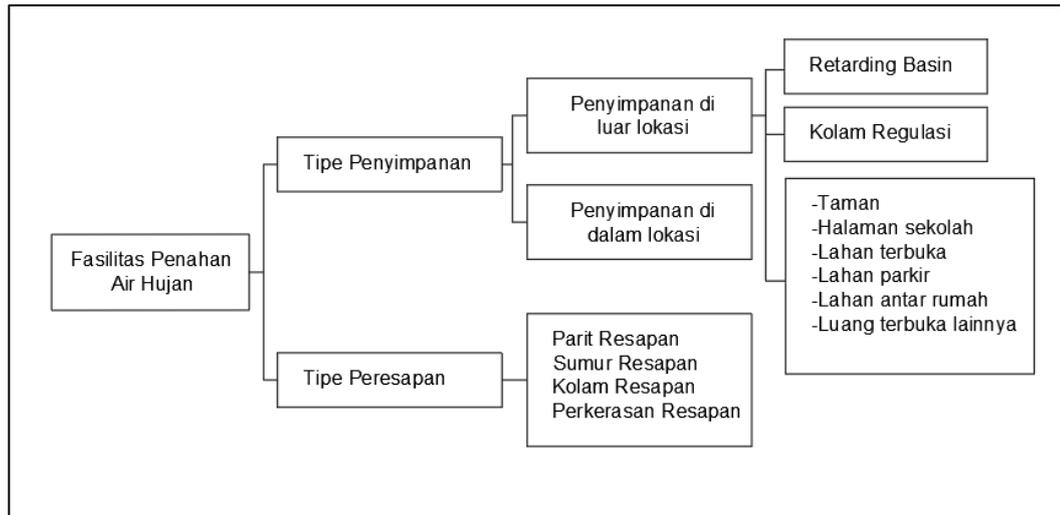


**Gambar 7. Saluran Bentuk Lingkaran**

#### **D. Drainase Berkelanjutan**

Konsep yang mendasar dalam pengembangan sistem drainase berkelanjutan yaitu untuk meningkatkan dalam pendaya gunaan air, untuk meminimalkan kerugian, serta untuk memperbaiki dan konsep konservasi lingkungan. Untuk itu diperlukan usaha-usaha yang komprehensif dan integratif yang meliputi seluruh proses, baik yang bersifat struktural maupun non struktural ( Suripin, 2004 ).

Sistem drainase yang berkelanjutan pada dasarnya ditujukan untuk mengelola limpasan air permukaan dengan cara mengembangkan sistem-sistem pendukung untuk menahan air hujan. Berdasarkan fungsinya, fasilitas penahan air hujan dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu tipe penyimpanan dan tipe peresapan (Suripin, 2004). Seperti disajikan pada gambar 8 di bawah ini .



Gambar 8. Klasifikasi fasilitas penahan air hujan (Suripin, 2004)

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia nomor 12/PRT/M/2014 tentang penyelenggaraan sistem drainase perkotaan, drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya untuk mengelola air kelebihan (air hujan) dengan berbagai metode diantaranya dengan menampung melalui bak tandon air untuk langsung bisa digunakan, menampung dalam tampungan buatan atau badan air alamiah, meresapkan dan mengalirkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban pada sungai yang bersangkutan serta senantiasa memelihara sistem tersebut sehingga berdaya guna secara berkelanjutan. Dengan konsep drainase ramah lingkungan tersebut, maka kelebihan air hujan tidak secepatnya dibuang ke sungai terdekat. Namun air hujan tersebut dapat disimpan di berbagai lokasi di wilayah yang bersangkutan dengan berbagai macam cara, sehingga dapat langsung dimanfaatkan atau dimanfaatkan pada musim berikutnya, dapat digunakan untuk mengisi/konservasi air tanah, dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas ekosistem dan lingkungan, dan dapat digunakan sebagai sarana untuk mengurangi genangan dan banjir yang ada.

Dengan drainase ramah lingkungan, maka kemungkinan banjir/genangan di lokasi yang bersangkutan, banjir di hilir serta kekeringan di hulu dapat dikurangi. Hal ini karena sebagian besar kelebihan air hujan ditahan atau diresapkan baik bagian hulu, tengah maupun hilir. Demikian juga Longsor di bagian hulu akan berkurang karena fluktuasi lengas tanah tidak ekstrim dan perubahan iklim yang ada di daerah tengah dan hulu dan beberapa daerah hilir tidak terjadi dengan tersedianya air yang cukup, lengas tanah yang cukup maka flora dan fauna di daerah tersebut akan tumbuh lebih baik. Hal ini dapat mengurangi terjadinya perubahan iklim mikro maupun makro di wilayah yang bersangkutan.

#### **E. Siklus Hidrologi**

Menurut Soemarto (1986) siklus hidrologi yaitu siklus pergerakan air dari laut menuju ke udara, yang selanjutnya jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan ataupun presipitasi yang lainnya, dan kemudian mengalir kembali ke laut. Pemanasan air samudera oleh paparan sinar matahari adalah kunci dalam proses siklus hidrologi sehingga bisa berjalan secara kontinyu.

Siklus air global dapat digambarkan dengan delapan proses fisik yang besar yang membentuk gerakan air yang kontinu. Jalur yang sangat kompleks ini terdiri dari air dan gas disekitar atmosfer bumi, melalui lapisan air dipermukaan yang ada di bumi seperti danau, air laut dan gletser yang pada saat tertentu melewati lapisan tanah dan lapisan bebatuan yang ada didalam tanah. Lalu kemudian air tersebut dikembalikan lagi ke atmosfer bumi. Hal yang paling mendasar dari siklus ini adalah tidak memiliki awalan dan juga tidak

memiliki akhiran. Hal tersebut diatas dapat diketahui dengan dimulainya salah satu proses yang terjadi dibawah ini yaitu, evapotranspirasi, kondensasi, presipitasi, surface run off, infiltrasi, perkolasi dan penyimpanan.

### **1. Evapotranspirasi**

Evapotranspirasi yaitu gabungan antara evaporasi dan transpirasi. Evaporasi yaitu proses perubahan bentuk air kedalam bentuk gas (uap). Perubahan ini terjadi karena adanya radiasi sinar matahari mengenai permukaan air yang ada di bumi. Selain itu yang dapat mempengaruhi jumlah gas (uap) selain sinar matahari adalah letak geografis, tekanan udara, suhu, angin atau bahkan tekanan atmosfer pada setiap wilayah. Sedangkan transpirasi yaitu proses keluarnya uap air dari permukaan tumbuhan atau tanaman yang ada di bumi yang diakibatkan oleh adanya radiasi dari sinar matahari.

### **2. Kondensasi**

Proses kondensasi ini kebalikan dari evapotranspirasi yaitu perubahan bentuk dari uap menjadi cairan. Uap air yang telah terkumpul di atmosfer dari proses evapotranspirasi lalu kemudian mengalami perubahan bentuk menjadi partikel-partikel air yang kecil seperti awan, embun dan kabut.

### **3. Presipitasi**

Presipitasi adalah proses jatuhnya partikel-partikel air dari atmosfer dan hingga sampai ke permukaan bumi, yang disebabkan adanya perbedaan tekanan dan gaya gravitasi.

#### **4. Surface runoff (Aliran permukaan)**

Lalu dari presipitasi yang telah sampai ke permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan tanah dan kemudian menuju ke daerah yang lebih rendah.

#### **5. Infiltrasi**

Infiltrasi adalah proses meresapnya air kedalam tanah melalui pori-pori yang ada di tanah dan selebihnya akan membentuk surface runoff.

#### **6. Perkolasi**

Perkolasi yaitu proses Bergeraknya air yang ada di dalam tanah yang disebabkan oleh adanya gaya gravitasi. Pada saat proses perkolasi air akan mencapai pada lapisan jenuh air, yang lalu kemudian disebut sebagai lapisan air tanah. Setelah sampai di tanah air digerakkan oleh adanya gaya gravitasi sehingga penyebab utama perkolasi adalah adanya kekuatan dari gaya gravitasi.

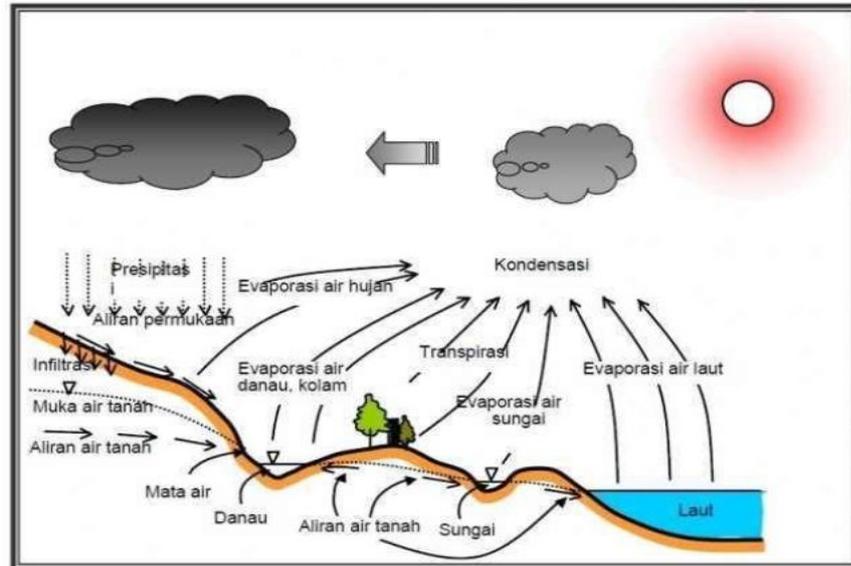
#### **7. Limpasan**

Limpasan adalah aliran sungai atau aliran DAS yang muncul dari mata air sungai-sungai atau muncul dari presipitasi yang langsung jatuh pada DAS. Hal ini terjadi biasanya tidak dipengaruhi oleh pengaliran buatan atau penyimpanan, tapi melainkan aliran yang terbentuk ini secara alami pada daerah-daerah yang rendah. Limpasan-limpasan yang terjadi perlahan lahan bergerak ke dalam tanah hingga akhirnya sampai ke muara sungai. Semua limpasan yang terjadi di sungai disebut sebagai limpasan langsung.

## 8. Penyimpanan

Penyimpanan yaitu proses air tersimpan didalam bumi, baik itu di dalam tanah (aquifer), dipermukaan tanah seperti embung, sungai, danau dan lautan maupun penyimpanan di dalam atmosfer bumi. Jadi pada intinya lokasi penyimpanan air ini ada tiga yaitu, atmosfer, permukaan tanah dan dalam tanah.

Air yang disimpan di dalam atmosfer biasanya lebih mudah untuk dipindahkan dan lebih cepat bergerak dari satu tempat ketempat yang lain nya. Sedangkan air yang disimpan dipermukaan dan dalam tanah dalam proses pemindahannya tergantung dari bentuk geografi daerah tersebut, seperti kemiringan lahan, topografi , jenis tanah dan jenis bebatuan.



Sumber: Soemarto (1986)

**Gambar 9. Siklus Hidrologi**

## F. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai yang selanjutnya disebut DAS yaitu suatu daerah daratan yang menjadi satu-kesatuan dengan sungai serta anak-anaknya. DAS ini berfungsi sebagai tampungan, simpanan dan pengaliran air yang berasal dari presipitasi yang sampai ke sungai atau lautan secara alamiah yang dibatasi oleh geografis, pada daratan dibatasi oleh bentuk topologi dan pada lautan berbatasan dengan perairan yang terpengaruhi oleh aktifitas dari daratan, (*Peraturan Pemerintah nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS*).

Komponen-komponen dari suatu DAS adalah: batas-batas DAS, sungai utama beserta badan air yang lainnya, outlet, dan daerah DAS itu sendiri. Bentuk dan luas DAS berbeda satu dengan yang lainnya. Adapun Luasan Daerah Aliran Sungai digolongkan menjadi Daerah Aliran Sungai kecil, Daerah Aliran Sungai sedang, dan Daerah Aliran Sungai besar. Dari ketiga tipe DAS tersebut tidak memiliki batas-batas yang jelas mana yang termasuk DAS kecil atau besar, orang-orang pada umumnya hanya membedakan dari jumlah sub-DAS nya ataupun jumlah sungai-sungai kecilnya. Namun beberapa ahli untuk mempermudah pengklasifikasiannya biasanya menggunakan luasan DAS itu sendiri.

### 1. Koefisien Pengaliran DAS

Koefisien pengaliran DAS adalah hubungan antara aliran yang terjadi dipermukaan bumi terhadap jumlah total presipitasi yang jatuh ke bumi. Yaitu perbandingan antara limpasan aliran permukaan dengan curah hujan

yang jatuh kebumi. Sehingga hubungan ini dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai :

$$C = \frac{S_r}{R} \quad (1)$$

Dimana: C = koefisien pengaliran

$S_r$  = Tinggi Aliran Permukaan (mm)

R = Curah Hujan (mm)

Nilai C merupakan gambaran besarnya air yang melimpas, dan nilai ini berbanding terbalik dengan nilai infiltrasi. Semakin besar nilai C maka semakin kecil nilai Infiltrasi, sebaliknya semakin kecil nilai C maka semakin besar nilai Infiltrasi. Secara tidak langsung nilai C ini dapat menggambarkan kondisi permeabilitas tanah. Semakin besar nilai C maka kondisi tanah tersebut memiliki daya permeabilitas yang buruk, sedangkan nilai C nya kecil maka tanah tersebut memiliki daya permeabilitas yang baik.

Suatu daerah aliran sungai lazimnya terdiri dari berbagai jenis tataguna lahan, seperti area terbuka hijau, perkerasan, permukiman, pertanian dan lain-lain. Setiap jenis lahan tersebut tentu memiliki nilai C yang bervariasi atau berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh kemampuan dari lahan untuk menyerap air kedalam tanah yang berbeda-beda. Daerah perkerasan jalan tentu akan lebih sulit untuk menyerap air kedalam tanah jika dibandingkan dengan daerah pertanian, maka nilai koefisien C dari daerah perkerasan akan lebih besar dari daerah pertanian. Hal ini pun menyebabkan jika terjadi hujan di suatu daerah aliran sungai maka akan menghasilkan

respon tanah yang berbeda-beda dan akan menghasilkan aliran permukaan yang berbeda-beda pula. Sebagai contoh hujan yang jatuh di daerah padat permukiman akan menimbulkan aliran permukaan yang lebih besar jika dibandingkan dengan hujan yang jatuh di daerah terbuka hijau, oleh sebab itu nilai C daerah permukiman akan lebih besar dari daerah terbuka hijau.

## **G. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata**

Dalam suatu daerah aliran sungai biasanya ditempatkan satu atau lebih alat penakar hujan untuk mengukur curah hujan yang jatuh setiap harinya. Daerah Aliran Sungai yang ideal tentu akan memiliki beberapa alat penakar hujan atau stasiun hujan, agar didapat nilai curah hujan yang mendekati akurat. Didalam perhitungan curah hujan di suatu daerah aliran sungai biasanya dirata-ratakan data dari beberapa stasiun yang bertujuan untuk mempermudah Analisa.

Ada banyak cara dalam perhitungan curah hujan rata-rata, namun yang sering digunakan untuk analisa hidrologi yaitu dengan 3 metode pertama metode Aritmatik, kedua metode *Polygon thiessen* dan yang terakhir metode *Isohyet*. Secara ringkas dari ketiga metode tersebut dapat dijelaskan dibawah ini.

### **1. Metode Aritmatik**

Metode Aritmatik yaitu perhitungan dengan menjumlahkan seluruh data curah hujan harian maksimum tahunan dari masing-masing stasiun hujan lalu dibagi dengan jumlah stasiun hujan. Sehingga metode aritmatik ini adalah metode yang paling sederhana jika dibandingkan dengan metode-metode yang lain.

Rumus umum metode Aritmatik adalah :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n} \quad (2)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = nilai rata-rata hujan harian (mm)

$R_1 \dots R_n$  = nilai hujan pada stasiun 1.... n pada hari yang sama (mm)

n = jumlah alat stasiun hujan

Metode Aritmatik ini tidak memperhitungkan nilai luasan suatu DAS atau nilai lain yang berkaitan dengan karakter dari suatu DAS, sehingga kelebihan dari metode ini adalah sangat simple dan mudah perhitungannya. Namun tentu saja metode ini memiliki kelemahan yaitu jika daerah aliran sungai dalam pengamatan memiliki ukuran yang besar dan curha hujan yang tercatat sangat berbeda antar stasiun maka akan memiliki penyimpangan perhitungan yang lebih besar.

## 2. Metode *Polygon Thiessen*

Metode ini yaitu menghitung curah hujan harian rata-rata pada suatu daerah aliran sungai dengan cara menghubungkan sta-sta hujan yang ada yang kemudian membentuk garis polygon. Di dalam garis polygon tersebut mewakili sebagai daerah aliran yang dipengaruhi oleh salah satu stasiun hujan, jika terdapat 3 Stasiun hujan maka akan membentuk 3 daerah dengan wilayah pengaruh yang berbeda-beda.

Proses perhitungan curah hujan rata-rata daerah aliran sungai dengan metode ini adalah sebagai berikut :

- a. Hubungkan dari masing-masing sta hujan yang ada dalam peta daerah aliran sungai dengan garis lurus sehingga akan terbentuk seperti segitiga poligon.
- b. Lalu tarik garis secara tegak lurus di tengah-tengah polygon segitiga tersebut.
- c. Lalu hitunglah luas masing-masing daerah hujan yang dibentuk oleh garis tegak lurus
- d. Dan terakhir hitung hujan rata-rata dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \quad (3)$$

Dimana :

$\bar{R}$  = nilai rata-rata hujan pada suatu hari (mm)

$R_1 \dots R_n$  = nilai hujan distasiun 1 sampai n pada hari yang sama (mm)

$A_1 \dots A_n$  = luas daerah pengaruh hujan 1 sampai n (km<sup>2</sup>)

$A$  = luas total DAS (km<sup>2</sup>)

Metode ini memperhitungkan luas daerah pengaruh hujan masing-masing stasiun, sehingga analisa yang dihasilkan jauh lebih akurat jika dibandingkan dengan metode aritmatik. Namun lagi-lagi tentu juga memiliki kekurangan, metode ini bergantung pada si pembuat garis poligon tersebut, oleh karena itu analisa yang dilakukan tiap orang akan berbeda hasilnya, walaupun menggunakan luasan DAS yang sama.

### 3. Metode *Ishoyet*

Dalam perhitungan hujan rata-rata DAS dengan metode Isohyet, DAS dibagi menjadi daerah - daerah hujan yang dibatasi oleh garis kontur yang

menggambarkan variasi curah hujan di dalam suatu DAS. Prosedur perhitungan curah hujan rata-rata dengan metode ini, adalah sebagai berikut:

- a. Buat garis kontur hujan dengan merujuk pada curah hujan di masing-masing sta hujan.
- b. Lalu hitung luas masing-masing daerah hujan
- c. dan terakhir hitung hujan rata-rata DAS dengan rumus :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \quad (4)$$

dimana :

$\bar{R}$  = nilai rata-rata hujan pada suatu hari (mm)

$R_1 \dots R_n$  = nilai hujan distasiun 1 sampai n pada hari yang sama (mm)

$A_1 \dots A_n$  = luas daerah pengaruh hujan 1 sampai n (km<sup>2</sup>)

$A$  = luas total DAS (km<sup>2</sup>)

## H. Analisis Frekuensi

Data hidrologi atau data debit banjir yang digunakan untuk keperluan analisis dibedakan menjadi dua tipe yaitu : *partial duration series* dan *annual maximum series* (Triatmodjo, 2008). *Partial duration series* dapat digunakan apabila data hidrologi yang didapat kurang dari 10 tahun. Apabila menggunakan tipe ini maka ditentukan ambang batas bawah tertentu (*Threshold*) dari data tiap tahun nya. Dengan demikian dalam satu tahun terdapat 2 sampai 5 data hujan tertinggi. Adapun tipe *annual maximum series* digunakan jika data hujan yang tersedia lebih dari 10 tahun, dengan memilih data tertinggi di setiap tahun nya.

Sistem hidrologi terkadang dipengaruhi oleh peristiwa yang sangat ekstrim, seperti banjir bandang atau kekeringan yang berkepanjangan. Dan nilai besaran

peristiwa yang ekstrim tersebut berbanding terbalik dengan nilai frekuensi peristiwanya. Nilai angka peristiwa sangat besar sedangkan kejadian nya sangat langka. Sehingga tujuan dari analisis frekuensi ini adalah untuk memperkirakan kemungkinan-kemungkinan kejadian nya terlampaui hanya sekali dalam tahun analisis nya. Data hidrologi atau data hujan yang dianalisis dapat diasumsikan tidak memiliki ketergantungan, lalu terdistribusi secara acak, dan juga bersifat stokastik (Suripin, 2004).

Analisis frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut.

#### 1) *Normal Distribution*

*Normal Distribution* atau distribusi normal biasa disebut juga sebagai distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana dengan metode distribusi normal, dapat di rumuskan dengan persamaan sebagai berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T S \quad (5)$$

Keterangan :

$X_T$  :Perkiraan nilai ekstrim yang terjadi dengan kala ulang

$\bar{X}$  :Nilai rata-rata hitung varian

S :Nilai Deviasi standar varian

$K_T$  :Faktor Frekuensi dengan kala ulang tertentu

#### 2) *Log Normal distribution*

Dalam perhitungan dengan menggunakan distribusi log normal data x yang telah didapat lalu kemudian diubah ke dalam bentuk logaritmik  $y = \log x$ . Jika variabel acak  $y = \log x$  terdistribusi secara normal, maka x

dikatakan mengikuti distribusi log normal. Perhitungan curah hujan rencana dengan metode ini berikut ini.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \quad (6)$$

Dimana :

$Y_T$  : Perkiraan nilai ekstrim yang terjadi dengan periode ulang

$\bar{Y}$  : Nilai rata-rata hitung varian

$S$  : nilai deviasi standar varian

$K_T$  : Faktor Frekuensi dengan kala ulang tertentu

### 3) Log Pearson III distribution

Analisa curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III ini terdapat beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut:

a. Ubah data dalam bentuk logaritmik

$$X = \log X \quad (7)$$

b. hitunglah harga rata-rata

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (8)$$

c. hitunglah harga simpangan baku

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1} \right]^{0.5} \quad (9)$$

d. hitung koefisien *skewness*

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (10)$$

e. hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \quad (11)$$

**Tabel 1. Nilai K untuk metode distribusi log pearson III**

Koef,G	Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,922	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : Suripin, 2004

Nilai K diatas adalah nilai atau variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Tabel 1 diatas menunjukkan harga k untuk koefisien kemencengan.

#### 4) Gumbel distribution

Analisa curah hujan rencana menurut gumbel distribution, dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut.

$$X = \bar{X} + S \cdot K \quad (12)$$

Dimana:

$\bar{X}$  : Harga rata-rata sampel

S : Standar deviasi (simpangan baku) sampel

Nilai K adalah faktor probabilitas untuk harga-harga ekstrim Gumbel dan dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (13)$$

Dimana :

$Y_n$  : *Reduced mean mean* yang tergantung jumlah data n

$S_n$  : *Reduced standard deviation* yang tergantung pada jumlah data n

$Y_{Tr}$  : *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$Y_{Tr} = -\ln \left[ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] \quad (14)$$

### I. Uji Kesesuaian

Dalam pengolahan data tentu harus di uji apakah distribusi frekuensi atau sebaran data yang analisis dapat digunakan atau tidak. Maka pemeriksaan uji kesesuaian data ini perlu dilakukan agar sebaran data yang di analisis masuk dalam kategori yang baik atau tidak. Pengujian kesesuaian data ini ada dua macam yaitu yaitu dengan metode *chi kuadrat* dan metode *smirnov kolmogorov*.

## 1. Uji Chi Kuadrat

Uji chi kuadrat ini bertujuan untuk menentukan apakah persamaan distribusi data yang dipilih telah mewakili sampel data yang dianalisis. Pemilihan uji dengan metode chi kuadrat ini dengan menggunakan parameter chi kuadrat terhitung ( $x_h^2$ ). Yang dapat digambarkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (15)$$

Keterangan :

$x_h^2$  : Parameter chi kuadrat terhitung

G : jumlah sub kelompok

$O_i$  : Jumlah nilai pengamatan pada subkelompok i

$E_i$  : Jumlah nilai teori pada sub kelompok i

Prosedur uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut.

- a) Mengurutkan data pengamatan (kecil kebesar atau sebaliknya)
- b) Mengelompokkan data menjadi sub grup (G) yang beranggotakan minimal 4 data.
- c) Menjumlahkan data pengamatan sebesar  $O_i$  pada tiap sub grup.
- d) Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$ .
- e) Pada tiap-tiap sub grup dihitung nilai  $(O_i - E_i)^2$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ .
- f) Menjumlahkan seluruh G sub grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chi kuadrat terhitung.

- g) Menentukan derajat kebebasan dengan persamaan  $dk = G - R - 1$   
(nilai R = 2 adalah untuk distribusi yang normal dan binomial).

**Tabel 2. Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat**

DK	A							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,000157	0,000928	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,1000	0,021	0,05806	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,4848	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	0,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188

Sumber : Suripin, 2004

Interpretasi hasil uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut.

- a) Apabila peluang berada antara 1-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan.
- b) Apabila peluang > 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
- c) Apabila peluang < 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat

### 1. Uji Smirnov Kolmogrov

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk sebagai gambaran bahwa probabilitas tiap data yang diuji memiliki perbedaan distribusi secara empiris dan distribusi secara teoritis. Yang mana perbedaan tersebut

disimbolkan sebagai  $\Delta$  (delta). Perbedaan nilai tersebut jika digambarkan dalam persamaan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Delta = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)] < \Delta_{cr} \quad (16)$$

Dimana :

$\Delta$  = selisih nilai antara peluang empiris dan teoritis

$\Delta_{cr}$  = nilai simpangan kritis

$P(X_m)$  = nilai peluang teoritis

$P'(X_m)$  = nilai peluang empiris

Yang mana perhitungan peluang secara empiris dan teoritis dapat dihitung dengan persamaan *Weibull* (Soemarto, 1986) :

$$P = m/(n + 1) \quad (17)$$

$$P' = m/(n - 1) \quad (18)$$

Dimana :

$m$  = nomor urut data

$n$  = jumlah data

## J. Perhitungan Intensitas

Salah satu rumus yang sering di gunakan untuk menghitung intensitas (I) hujan adalah dengan menggunakan rumus Mononobe.

### 1. Metode Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (19)$$

Keterangan:

I = Nilai Intensitas curah hujan dalam mm/jam

$R_{24}$  = curah hujan tertinggi dalam 1 hari (mm)

T = waktu konsentrasi

## 2. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi ialah waktu yang di butuhkan hujan untuk bergerak ke daerah Tangkapan Air (DTA), Waktu konsentrasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu air bergerak dari tangkapan hujan di titik paling jauh ke saluran drainase.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (20)$$

$$t_0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times l_0 \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right]^{0.167} \quad (21)$$

$$t_d = \frac{L}{60V} \quad (22)$$

Keterangan:

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$t_0$  = Waktu yang dibutuhkan air hujan untuk bergerak di permukaan tanah dari titik terjauh (jam)

$l_0$  = Jarak titik terjauh ke drainase (m)

V = Kecepatan air rerata pada drainase (m/s)

$I_s$  = Kemiringan saluran memanjang

$nd$  = Koefisien hambatan

$t_d$  = Waktu yang dibutuhkan air hujan untuk bergerak di dalam saluran sampai ke tempat pengukuran (jam)

L = Panjang saluran (m)

### K. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien ini ialah hasil komparisasi dari sejumlah hujan yang jatuh ke permukaan dengan hujan yang mengalir. Besarnya koefisien pengaliran ditentukan dengan nilai rata rata dari koefisien pengaliran di area dengan perbedaan penggunaan lahan. (Hardjosuprpto, 1998)

Koefisien limpasan kombinasi  $C_w$  dapat menggunakan rumus berikut:

$$C_w = \frac{(A_1 C_1) + (A_2 C_2) + (A_n C_n)}{A_1 + A_2 + A_n} \quad (23)$$

Keterangan:

$A_1, A_2, A_n$  = Bagian luasan area aliran sebanyak n buah, dengan guna lahan yang berbeda

$C_w$  = Koefisien Pengaliran Gabungan

$C_1, C_2, C_n$  = Koefisien pengaliran area aliran sebanyak n buah, dengan guna lahan yang berbeda

**Tabel 3. Koefisien Aliran untuk Metode Rasional**

Diskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran C
<b>Business</b>	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggirin	0,50 – 0,70
<b>Perumahan</b>	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
<b>Industri</b>	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
<b>Perkerasan</b>	
Aspal dan beton	0,70 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70

Diskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien Aliran C
Atap	0,75 – 0,95
<b>Halaman, tanah berpasir</b>	
Datar, 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2-7%	0,10 – 0,15
Curam, 7%	0,15 – 0,20
<b>Halaman, tanah berat</b>	
Datar, 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2-7%	0,18 – 0,22
Curam, 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
<b>Hutan</b>	
Datar, 0-5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 – 0,60

Sumber: Suripin, 2004

## L. Perhitungan Debit

### 1. Debit Rencana

Beberapa metode yang sudah lazim di pakai untuk memperhitungkan debit aliran permukaan adalah sebagai berikut:

#### a. Metode Rational

Metode rational adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit aliran sungai berdasarkan luas daerah aliran sungai (A) dan curah hujan efektif (P). Perhitungan debit menggunakan metode rational dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Q = C_f \times C \times I \times A \quad (24)$$

di mana:

Q = Debit rencana (dalam satuan volume perwaktu)

C = Koefisien runoff

$C_f$  = faktor *frequency correction*

$I$  = Besaran Intensitas Hujan (mm)

$A$  = Luasan DAS

Perlu dicatat bahwa metode rational memiliki beberapa asumsi yang dapat mempengaruhi akurasi perhitungan debit aliran sungai. Metode ini mengasumsikan bahwa curah hujan efektif seragam di seluruh daerah aliran dan bahwa aliran sungai berada dalam kondisi kesetimbangan. Oleh karena itu, perhitungan debit menggunakan metode rational sebaiknya digunakan dengan hati-hati dan mempertimbangkan karakteristik khusus dari daerah aliran sungai yang sedang dianalisis.

**Tabel 4. Faktor Frekuensi**

Periode Ulang (tahun)	$C_f$
2 -10	1,0
25	1,1
50	1,2
100	1.25

#### **b. Metode Haspers**

Metode Haspers adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit aliran sungai berdasarkan prinsip konservasi energi. Metode ini biasanya digunakan untuk mengestimasi debit aliran sungai di tempat-tempat yang tidak memiliki data pengukuran langsung. Perhitungan debit dengan metode Haspers dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot A \cdot q \quad (25)$$

keterangan:

$$Q = \text{Debit Puncak Banjir (m}^3\text{/dt)}$$

$\alpha$  = nilai koef. pengaliran yang bisa dicari dengan rumus:

$$\alpha = \frac{1+0,012 \cdot A^{0,7}}{1+0,075 \cdot A^{0,7}} \quad (26)$$

keterangan:

A = luasan daerah pengaliran (persatuan luas misalnya km<sup>2</sup>)

$\beta$  = koefisien distribusi curah hujan yang dapat dicari dengan

rumus:

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+3,7 \cdot 10^{-0,4t}}{t^2+15} \cdot \frac{A^{0,75}}{12} \quad (27)$$

di mana:

t = waktu banjir puncak ( dalam jam) yang bisa dicari dengan

persamaan:

$$t = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot i^{-0,3} \quad (28)$$

di mana:

L = Panjang aliran (sungai) dalam satuan panjang misal km

i = kemiringan lahan/saluran

q = nilai intensitas curah hujan dalam mm/jam yang dapat dicari dengan persamaan:

$$q = \frac{r}{3,6t} \quad (29)$$

di mana:

$$r = \frac{t \cdot R_T}{t+1-0,008(260-R_T)(2-t)^2} \quad \text{untuk } t \leq 2 \text{ jam} \quad (30)$$

$$r = \frac{t \cdot R_T}{t-1} \quad \text{untuk } 2 \text{ jam} < t \leq 19 \text{ jam} \quad (31)$$

$$r = 0,708 \cdot R_T \cdot (t + 1) \quad \text{untuk } t > 19 \text{ jam} \quad (32)$$

## 2. Debit Saluran

Menghitung kapasitas debit saluran yang lazim digunakan adalah dengan persamaan *manning*. Dimensi saluran dilandaskan ketika debit saluran lebih besar daripada debit rencana yang disebabkan oleh hujan rencana.

$$Q_s \geq Q \quad (33)$$

$$Q_s = A \times V \quad (34)$$

Dimana:

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

Q<sub>s</sub> = debit aliran pada saluran (m<sup>3</sup>/s).

V = kecepatan aliran (m/s).

Menghitung nilai kecepatan aliran menggunakan persamaan *manning*:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (35)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/s).

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

n = koefisien kekasaran *manning*.

Nilai jari-jari hidrolis (R) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripin, 2004).

Rumus yang digunakan penampang persegi:

Luas penampang (A):

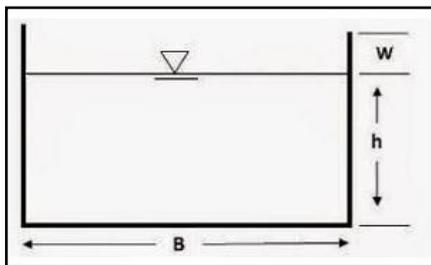
$$A = B \times h \quad (36)$$

Keliling basah (P):

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (37)$$

Jari-jari hidrolis R:

$$R = \frac{A}{P} \quad (37)$$



Sumber: Permen PU No 12 2014

**Gambar 10. Penampang persegi**

Nilai kekasaran *manning* n terdapat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Koefisien Kekasaran Manning**

No.	Tipe Saluran	Koefisien <i>Manning</i> (n)
1	Besi tuang berlapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis plester	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada batu cadas	0,040

Sumber: Triatmodjo, 1994.

**Tabel 6. Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan**

No.	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/ cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempung keras/ tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pemasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3

Sumber: Triatmodjo, 1994.

### **M. Kala Ulang (Periode Ulang)**

Di dalam Permen Pekerjaan Umum dan perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 mengenai penyelenggaraan sistem drainase perkotaan menyebutkan bahwa pemilihan kala ulang (periode ulang) hujan didasarkan pada tipologi kota yang akan direncanakan drainasenya. Ya, tipologi kota dapat mempengaruhi beberapa aspek dalam sistem drainase perkotaan. Beberapa faktor yang dapat dipertimbangkan dalam analisis tipologi kota yang mempengaruhi sistem drainase perkotaan meliputi geografi, ukuran kota, dan penggunaan lahan.

Topografi dan karakteristik fisik kota, seperti kemiringan lahan, jenis tanah, dan pola aliran air permukaan, dapat memengaruhi aliran air dalam sistem drainase. Kota yang terletak di daerah datar mungkin memiliki pola drainase yang berbeda dengan kota yang terletak di daerah berbukit.

Ukuran kota dapat mempengaruhi volume air permukaan yang dihasilkan oleh hujan. Kota yang lebih besar cenderung memiliki lebih banyak permukaan keras, seperti jalan dan gedung, yang menghalangi infiltrasi air ke dalam tanah. Ini dapat menyebabkan aliran permukaan yang lebih besar dan meningkatkan beban pada sistem drainase.

Jenis penggunaan lahan dalam kota, seperti area pemukiman, komersial, industri, atau taman, dapat mempengaruhi aliran air permukaan. Permukaan keras seperti aspal atau beton pada area perkotaan cenderung menghasilkan aliran air yang lebih besar dibandingkan dengan area yang ditutupi oleh vegetasi atau lahan yang lebih permeabel.

**Tabel 7. Kala Ulang (Periode Ulang) Hujan**

Tipologi Kota	Cactment Area (Ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 th	2-5 th	5-10 th	10-25 th
Kota Besar	2 th	2-5 th	2-5 th	5-20 th
Kota sedang	2 th	2-5 th	2-5 th	5-10 th
Kota kecil	2 th	2 th	2 th	2-5 th

Sumber: Permen PU No 12 Tahun 2014

## N. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk pada penelitian-penelitian terdahulu sebagai referensi.

Tujuan merujuk pada salah satu penelitian terdahulu adalah agar penelitian ini bisa memiliki hasil yang maksimal.

**Tabel 8. Penelitian Terdahulu**

1	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Perencanaan sistem drainase Kawasan perumahan green mansion residence sidoarjo</b>
	<b>Nama</b>	Wahyu Indra Kusuma
	<b>Publikasi</b>	Istitut Teknologi Sepuluh Nopember
	<b>Tahun</b>	2016
	<b>Penelitian</b>	Penelitian ini dilakukan pada perumahan Green Mansion Residence yang terletak di Jalan Ngingas, Waru - Sidoarjo. Adapun perumahan Green Mansion Residence didirikan di atas lahan kosong yang masih berupa sawah. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan menjadi pemukiman, maka daya resap air hujan pada lahan tersebut juga akan berubah. Tentunya hal ini akan berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase. Oleh karena itu diperlukan perencanaan sistem drainase Green Mansion Residence yang berfungsi untuk mengorganisasi sistem instalasi air dan untuk mengendalikan erosi yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan.

2	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3 (STA 4+000 Sampai Dengan STA 11+502,94)</b>
	<b>Nama</b>	Permata Prameswari
	<b>Publikasi</b>	Istitut Teknologi Sepuluh Nopember
	<b>Tahun</b>	2017
	<b>Penelitian</b>	Penelitian ini dilakukan pada Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya, yaitu Pembangunan Jalan Lingkar Luar Barat di daerah Surabaya Barat merupakan salah satu proyek pemerintah yang bertujuan untuk mengurangi kemacetan di wilayah tersebut. Jalan Lingkar Luar Barat ini direncanakan memiliki total panjang 26,1 km dan lebar 55 m. Proyek ini dimulai dari Romokalisari, Pakal, Sememi, dan berakhir di Lakarsantri. Jalan Lingkar Luar Barat dirancang sebagai jalan lingkar yang akan menghubungkan beberapa wilayah di Surabaya Barat, dengan harapan dapat memperlancar arus lalu lintas dan mengurangi kepadatan di jalan-jalan utama yang sudah ada. Dengan adanya jalan lingkar ini, diharapkan akan terjadi redistribusi lalu lintas di daerah Surabaya Barat. Beberapa manfaat yang diharapkan dari pembangunan Jalan Lingkar Luar Barat antara lain mengurangi kemacetan, memperlancar arus lalu lintas, meningkatkan konektivitas dan mengurangi tekanan.
3	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Analisa Sistem Drainase Jl. Margo Santoso Desa Sangatta Utara</b>
	<b>Nama</b>	Fauzan
	<b>Publikasi</b>	Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
	<b>Tahun</b>	2016
	<b>Penelitian</b>	Penelitian ini dilakukan pada wilayah Kutai Timur terdiri dari daratan dan perairan, kabupaten Sangatta terletak di provinsi Kalimantan Timur, Indonesia, dan memiliki keunikan dalam hal wilayahnya. Sangatta terletak di wilayah daratan yang dikelilingi oleh gugusan gunung/pegunungan. Ini berarti Kabupaten Sangatta terletak di dataran tinggi atau dataran tinggi yang dikelilingi oleh pegunungan., daerah ini menarik sekali dan banyak peminatnya untuk bermigrasi, sehingga perkembangan penduduk nya pun cukup pesat, hal ini mengakibatkan perlu adanya perluasan pembangunan

		<p>fasilitas perumahan dan fasilitas lainnya. Salah satu fasilitas yang harus dikembangkan pada daerah penelitian tersebut adalah fasilitas drainase jalan. Jika tidak diimbangi dengan pemngembangan sistem drainase maka akan terjadi musibah seperti banjir dan genangan-genangan. Salah satu daerah yang di hantui dengan banjir Ketika hujan dating adalah daerah margo santoso kec. Sangatta utara. Sehingga dengan adnya penelitian ini diharapkan mampu menganalisa penyebab banjir dan mencari solusi dari masalah tersebut.</p>
4	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo</b>
	<b>Nama</b>	Yudha Febriana
	<b>Publikasi</b>	Universitas Indonesia
	<b>Tahun</b>	2009
	<b>Penelitian</b>	<p>Penelitian ini dilakukan pada wilayah medokan, Surabaya timur. Wilayah ini merupakan wilayah yang sangat strategis di Surabaya. Di wilayah ini terdapat saluran drainase yang membentang sampai ke wilayah timur Surabaya, medokan. Luasan catcment area medokan ini adalah kurang lebih 764.290 ha. Ketika hujan terjadi wilayah ini dapat digenangi selama 2-6 jam dengan kedalaman hujan 10-50 cm. tentu saja kondisi tersebut membuat masyarakat resah dan gelisah pada saat musim hujan terjadi.</p> <p>Melihat kondisi yang meresahkan masyarakat tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui atau menganalisis seberapa besar pengaruh naik turun nya muka air sungai wonokromo terhadap lamanya genangan yang terjadi di daerah tersebut. Analisis yang dilakukan diharapkan bisa menampilkan debit sungai yang dibuang ketika sungai medokan banjir dan memeberikan solusi apakah sungai tersebut harus diperlebar atau diperdalam untuk mampu menampung debit air Ketika hujan agar meminimalisir terjadinya banjir</p>
5	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Kinerja Sistem Drainase Yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat</b>
	<b>Nama</b>	Adi Yusuf Muttaqin
	<b>Publikasi</b>	Universitas Diponegoro Semarang

<b>Tahun</b>	2006
<b>Penelitian</b>	<p>Penelitian ini dilakukan di Perumahan Josroyo Indah yang terletak di Kelurahan Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar, salah satu penyebab menurunnya kapasitas drainase daerah perumahan tersebut antara lain, banyak terjadi endapan, terjadi kerusakan fisik sistem jaringan dan atau adanya bangunan liar di atasnya, sehingga perlu dilakukan penelitian evaluasi kinerja sistem jaringan drainase berdasarkan konsep drainase yang berkelanjutan berbasis pada partisipasi masyarakat. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sistem jaringan drainase sangat penting dalam menentukan baik buruknya kinerja sistem tersebut. Berikut ini beberapa alasan mengapa partisipasi masyarakat dapat mempengaruhi kinerja sistem jaringan drainase:</p> <p><b>Perawatan dan pemeliharaan:</b> Partisipasi masyarakat dalam membersihkan saluran drainase, menghilangkan endapan sampah, dan menjaga saluran tetap bebas dari hambatan merupakan faktor penting dalam menjaga kinerja drainase. Jika masyarakat tidak terlibat aktif dalam perawatan dan pemeliharaan, saluran drainase dapat tersumbat, mengakibatkan air menggenang di permukaan dan meningkatkan risiko banjir.</p> <p><b>Pengendalian limbah:</b> Masyarakat juga berperan dalam mengendalikan limbah yang dibuang ke sistem drainase. Pembuangan limbah yang tidak sesuai dapat menyebabkan penyumbatan pada saluran drainase dan mengganggu aliran air yang lancar. Dengan partisipasi aktif masyarakat dalam pengendalian limbah, kinerja sistem drainase dapat ditingkatkan.</p> <p><b>Perencanaan tata ruang:</b> Masyarakat berperan dalam perencanaan tata ruang yang memperhatikan sistem drainase. Dengan melibatkan masyarakat dalam pengambilan keputusan terkait lokasi pembangunan perumahan atau infrastruktur lainnya, dapat dipastikan bahwa sistem drainase yang ada tidak akan terganggu atau terbebani secara berlebihan. Partisipasi masyarakat dalam merencanakan tata ruang yang berkelanjutan dapat membantu menjaga kapasitas drainase yang memadai.</p> <p><b>Edukasi dan kesadaran:</b> Partisipasi masyarakat juga penting dalam meningkatkan pengetahuan dan kesadaran akan pentingnya menjaga sistem drainase. Melalui kampanye edukasi dan kesadaran, masyarakat dapat</p>

		memahami bagaimana tindakan-tindakan mereka dapat mempengaruhi kinerja sistem drainase. Misalnya, masyarakat dapat diajarkan tentang pentingnya tidak membuang sampah ke saluran drainase atau menghindari aktivitas yang dapat merusak infrastruktur drainase.
6	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) Di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang</b>
	<b>Nama</b>	Nisaul Kamila, Irawan Wisnu Wardhana, Endro Sutrisno
	<b>Publikasi</b>	Universitas Diponegoro
	<b>Tahun</b>	2016
	<b>Penelitian</b>	Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Jatisari Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Penerapan sistem drainase konvensional di daerah padat penduduk dapat mengakibatkan genangan banjir hulu atau hilir. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menentukan seberapa besar curah hujan, seberapa besar kapasitas drainase eksisting, dan merencanakan sistem drainase yang menganut sistem <i>eco drainage</i> . Dalam penelitian tersebut sistem <i>eco drainage</i> yang dilakukan adalah dengan membuat bangunan infiltrasi. Dalam penelitian ini didapat bahwa saluran drainase eksisting belum menganut sistem <i>eco drainage</i> . Air yang melimpas langsung dibuang begitu saja pada daerah hilir, tanpa adanya melalui tahapan infiltrasi ke dalam tanah. Dengan membandingkan hitungan debit air yang ke sistem drainase yang ada: limpasan air ke saluran yaitu sebesar 8.643 m <sup>3</sup> /dt dan tidak ada debit air yang diserap, sedangkan untuk sistem <i>Eco drainage</i> maka debit limpasan air hujan tadi yang terjadi sebesar 8.643 m <sup>3</sup> /dt, mampu di infiltrasikan kedalam tanah sebesar 4.419 m <sup>3</sup> /dt, dan sisanya sebesar 4.224 m <sup>3</sup> /s dibuang masuk kedalam saluran drainase.
7	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Jalan Medan-Binjai Km 15, Kecamatan Sunggal, Kabuten Deli Serdang</b>
	<b>Nama</b>	Nugraha
	<b>Publikasi</b>	Universitas Sumatera Utara
	<b>Tahun</b>	2016
	<b>Penelitian</b>	Jalan lintas Medan – Binjai yang berapa pada km 15 kel. Diski, Kec. Sunggal adalah jalur lintas yang langsung berhimpit dengan batas kota medan kota binjai. Namun

		<p>Ketika musun hujan datang maka daerah ini sering terjadi banjir. Penyebab kebanjiran pada daerah tersebut adalah drainase kota tidak mampu menampung debit hujan yang terjadi serta daerah topologinya yang membentuk cekungan. Lalu dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kapasitas drainase eksisting yang tidak mampu lagi menampung debit banjir di Kawasan tersebut.</p> <p>Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengumpulan dan analisa data. Data yang digunakan untuk analisis adalah data primer dan data sekunder kemudian dianalisis dengan menggunakan metode Rasional berdasarkan Analisa hidrologi dan analisa hidrolika serta dievaluasi berdasarkan besarnya debit saluran eksisting dengan besarnya debit rencana.</p> <p>Berdasarkan dari hasil analisis didapat nilai curah hujan rencana sebesar 111.217 mm dengan periode kala ulang 10 tahun. Terdapat enam dari Sembilan belas drainase yang ternyata kapasitasnya tidak mencukupi lagi untuk menampung debit banjir tersebut. dimana dari 19 saluran drainase tersebut daya tampung terbesar adalah 1.318 m<sup>3</sup>/s, sedangkan debit banjir terbesar yaitu 1.884 m<sup>3</sup>/s. sehingga hasil dari penelitian ini adalah perlu adanya redesign ulang drainase atau pelebaran dimensi drainase.</p>
8	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Studi Kasus Sistem Jaringan Drainase Kelurahan Patemon Kecamatan Gunungpati Kota Semarang</b>
	<b>Nama</b>	Bagas Ari Kuncara Brata
	<b>Publikasi</b>	Universitas Negeri Semarang
	<b>Tahun</b>	2020
	<b>Penelitian</b>	<p>Studi kasus ini dilakukan di Kel. Patemon Kec. Gunungpati, Semarang. Luasan kelurahan patemon ini kurang lebih mencapai 3,4 km<sup>2</sup>. Berdasarkan dari metoda studi kasus maka studi ini memerlukan alat seperti roll meter dan arcmap untuk mengolah data yang ada. Data yang dapat diolah dalam arcmap seperti data topografi daerah tersebut dan data curah hujan. Dan metode perhitungan dilakukan secara manual dengan metode rasional dalam menghitung debit banjir, debit hujan rencana dan lain-lain.</p> <p>Dari perhitungan didapat nilai hujan rancangan sebesar 159,70 mm dengan menggunakan kala ulang 5 tahun, sedangkan untuk kala ulang 10 tahun didapat nilai debit rancangan sebesar 161, 50 mm. dan untuk perhitungan</p>

		dimensi saluran drainase yang ekonomis didapat sebesar: lebar bawah (B)= 1,6 m Tinggi muka air (h) = 0,8 m Dengan penampang bentuk persegi.
9	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Kajian Penataan Sistem Drainase Perkotaan Berdasarkan Rencana Pola Ruang (studi kasus: Kecamatan Praya-Kabupaten Lombok Tengah)</b>
	<b>Nama</b>	Rahmat Irawan
	<b>Publikasi</b>	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
	<b>Tahun</b>	2017
	<b>Penelitian</b>	<p>Rencana Tata Ruang dan Wilayah biasanya memiliki jangka yang Panjang, bisa untuk 20 atau bahkan 50 tahun kedepan, dalam RTRW penataan sistem drainase yang dibuat di kecamatan praya kabupaten Lombok tengah belum mengikuti dengan pola rencana tata ruang. Pada daerah tersebut sangat besar sekali kenaikan perubahan tata ruang nya, dalam satu tahun tutupan lahan naik sebesar 75 ha, artinya daerah resapan akan semakin berkurang. Tentu nya dalam jangka waktu yang tidak lama maka drainase yang ada tidak akan mampu untuk menampung debit hujan yang terjadi.</p> <p>Pada penelitian ini direncanakan sampai tahun 2034 dan didapat dimensi drainase yang baru dengan memperhitungkan perubahan tata guna lahan dan hujan ekstrim yang terjadi. Sehingga dari drainase eksisting perlu adanya pelebaran drainase yang ada.</p> <p>Berdasarkan pada analisis yang dilakukan terdapat tiga puluh saluran yang perlu dilakukan perubahan saluran dengan total Panjang saluran sebesar 3,1 km</p> <p>Kemudian perlakuan lain yang harus dilakukan selain pelebaran saluran adalah dengan membuat sumur rsapan pada daerah yang sering rawan terjadinya banjir atau genangan.</p>
10	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Pemilihan Metode Sistem Drainase Berkelanjutan Dalam Rangka Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Bandung</b>
	<b>Nama</b>	Dicky Nurhikmah, Nursetiawan, Emma Akmalah
	<b>Publikasi</b>	Institut Teknologi Nasional, Bandung
	<b>Tahun</b>	2016
	<b>Penelitian</b>	Kota Bandung adalah ibu kota Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Kota ini memiliki jumlah penduduk yang cukup besar. Menurut data tahun 2020, penduduk Kota Bandung

		<p>diperkirakan mencapai lebih dari 2,5 juta jiwa. Namun, harap dicatat bahwa data populasi dapat berubah dari waktu ke waktu. Pertumbuhan populasi yang cepat dan perkembangan perkotaan yang pesat di Bandung telah menyebabkan pengalihan tata guna lahan dari area hijau menjadi permukiman.</p> <p>Peningkatan permukiman dan pembangunan infrastruktur di Bandung telah menyebabkan penurunan luas ruang terbuka hijau di kota tersebut. Tanah yang sebelumnya digunakan sebagai area hijau seringkali dikonversi menjadi pemukiman, komersial, atau area industri untuk memenuhi kebutuhan penduduk dan aktivitas perkotaan.</p> <p>Kurangnya ruang terbuka hijau dapat berdampak negatif pada kualitas lingkungan dan kesejahteraan penduduk. Ruang terbuka hijau penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem, memberikan akses ke area rekreasi dan rekreasi, serta menyediakan udara segar dan lingkungan yang sehat..</p> <p>Dalam penelitian ini dipilih cara atau metode dalam membuat sistem drainase yang berkelanjutan terbaik, agar didapatkan dimensi yang optimum dan sistem drainase yang menganut eco drainage.</p>
--	--	---

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan suatu cara yang sistematis dalam penelitian yang akan dilaksanakan untuk mengantisipasi segala hambatan yang terjadi selama berlangsungnya proses penelitian.

#### **A. Lokasi penelitian**

Penelitian yang saya lakukan bertempat di lingkungan Kampus Institut Teknologi Sumatera Jl. Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan. Institut Teknologi Sumatera memiliki luas lahan 275 Ha yang menjadi satu kesatuan dalam satu sertifikat tanah milik Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Institut Teknologi Sumatera Merupakan kampus muda yang hadir di Indonesia yang secara geografis terletak pada pada  $5^{\circ}21'$  sampai dengan  $5^{\circ}29'$  Lintang Selatan dan  $105^{\circ}18'$  sampai dengan  $105^{\circ}53'$  Bujur Timur. Dan secara administratif dibatasi oleh :

Sebelah Utara : Lembaga Pemasyarakatan Narkoba Way Hui;

Sebelah Selatan: Kecamatan Sukarame Bandar Lampung;

Sebelah Barat : Kantor POLDA Lampung;

Sebelah Timur : Ruas Toll Bakter (Bakauheni Terbanggi Besar)



Gambar 11. Peta Wilayah ITERA

## B. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan dua jenis pengumpulan data yaitu:

### 1. Pengumpulan Data Primer

Data primer didapatkan dari studi lapangan di lingkungan Kampus Institut Teknologi Sumatera. Data tersebut adalah data drainase eksisting, seperti dimensi drainase, jenis drainase dan foto.

### 2. Pengumpulan Data Sekunder

Untuk data sekunder didapatkan dari penelitian-penelitian sebelumnya, dan pengumpulan dari data existing, seperti data curah hujan yang terdapat pada **Sta. ITERA (tahun 2018- 2021)** dengan koordinat -5,363040 lintang selatan dan 105,311723 bujur timur. Serta peta topografi ITERA beserta kontur nya.



**Gambar 12. Foto Penakar Hujan Sta. ITERA**

Adapun peta topografi ITREA dapat dilihat pada gambar 13 di bawah ini



<b>CATATAN</b> 1. GAMBAR DALAM SATUAN METER	<b>LEGENDA</b> ■ EMRUNG □ BANGUNAN TERBANGUN □ BANGUNAN RENCANA — JALAN — DRAINASE ALAM — FD EKSTING — BATAS WILAYAH	<b>SKALA</b> 1 : 10.000 0 50 100 200 350 500 Meter	TESIS FIRDAUS (2025011003) GABUNGAN : <b>PETA TOPOGRAFI                  INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA</b> DEWIKT : KONTAK : DESKTOP :	<b>ANALISIS SISTEM                  DRAINASE YANG                  BERKELANJUTAN DI                  LINGKUNGAN                  INSTITUT                  TEKNOLOGI                  SUMATERA</b>
--	---	--	--	--

Gambar 13. Topografi Lahan ITERA

### C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

#### 1. Personal Computer (PC)

komputer sebagai perangkat keras yang digunakan sebagai *tools* untuk membantu proses pengerjaan penelitian ini, yang berspesifikasi sebagai berikut :

- *Prosesor: Intel Xeon W-2123*
- *RAM: 16GB DDR4 (2x8GB)*
- *HDD: 1TB SATA*
- *ODD: DVDRW*
- *Grafik: NVIDIA Quadro P2000*
- *System tipe 64-bit operatif*



**Gambar 14. Personal Computer (PC)**

## 2. GPS Geodetic

GPS *geodetic* pada penelitian ini digunakan untuk mengukur topografi area Institut Teknologi Sumatera.



**Gambar 15. GPS Geodetic**

## 3. Meteran



**Gambar 16. Meteran**

### D. Metode Penelitian.

Dalam penelitian yang saya lakukan adalah memakai beberapa cara atau metode, diantaranya;

#### 1. Identifikasi Kajian Sejenis

Metode ini yaitu dengan melakukan kajian-kajian dari teori yang ada sebelumnya dalam rangka mendukung penelitian ini.

## 2. Observasi.

Metode ini merupakan metode pengambilan data secara langsung dilapangan dengan menggunakan alat yang di butuhkan seperti GPS Geodetic, Meteran dll. Data yang diambil adalah seperti observasi data topografi wilayah ITERA, Permeabilitas Tanah dan kondisi drainase eksisting.

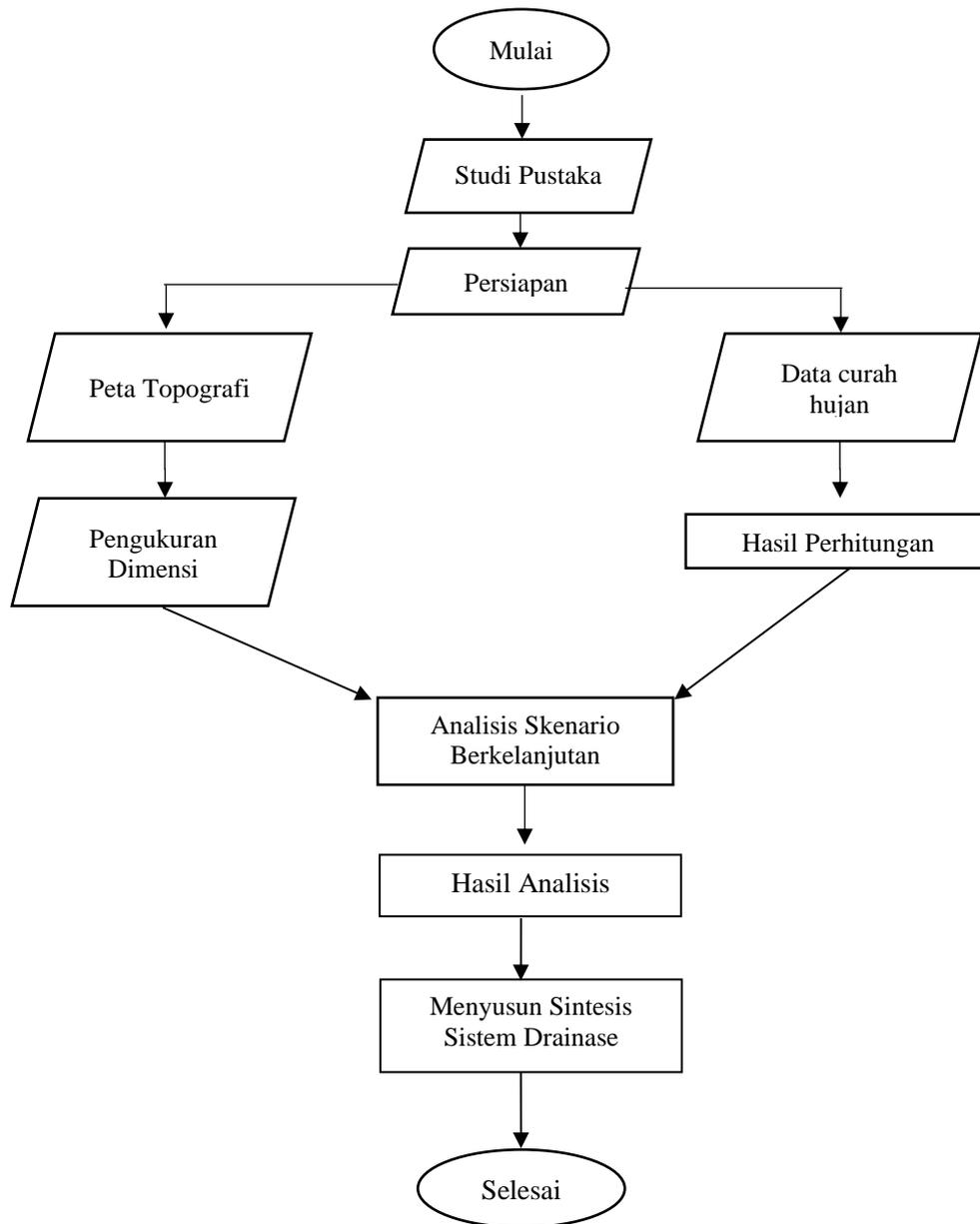
## 3. Analisis.

Metode ini merupakan metode mengolah data yang sudah didapat dari lapangan dan kemudian dianalisis sehingga menghasilkan sebuah parameter ataupun gambar tertentu.

Pertama, data curah hujan yang telah didapatkan kemudian dianalisis untuk keperluan perhitungan hidrologi hingga didapat debit limpasan nya. Data curah hujan yang dianalisis sebanyak 4 tahun, yaitu dari 2018 hingga tahun 2021. Kedua, menganalisis data permeabilitas tanah yang telah didapat dari lapangan. Dan terakhir menganalisis bentuk topografi yang ada untuk membuat sistem drainase berkelanjutan. Melakukan perbandingan kapasitas antara drainase eksisting dengan perencanaan drainase menggunakan konsep drainase berkelanjutan.

## **E. Diagram Alir Penelitian**

Di bawah ini menjelaskan tentang diagram alir untuk proses pelaksanaan penelitian yang bisa dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 17. Diagram Alir Penelitian**

## V. KESIMPULAN

1. Topografi di ITERA relatif datar, topografi yang paling dominan di lahan ITERA yaitu antara 85-100 m dan 100-105 m. Daerah dengan topografi tertinggi 108 m yaitu berada di sisi barat ITERA dan area tersebut telah terbangun beberapa Gedung. Untuk wilayah terendah 74,5 m yaitu berada di tengah-tengah lahan ITERA dan area tersebut telah terbangun sebuah Embung besar yang panjangnya mencapai satu km.
2. Kinerja sistem drainase eksisting pada zona yang telah ditetapkan dari segi kapasitasnya masih aman terhadap banjir, dikarenakan debit tampungan/saluran ( $Q_s$ ) lebih besar dari pada debit rancangan ( $Q_r$ ).

Zona	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_s$ (m <sup>3</sup> /s)	Kondisi	Keterangan
Zona 1	0,731	5,1868	$Q_s > Q_r$	Aman (tidak banjir)
Zona 2	0,794	2,5958	$Q_s > Q_r$	Aman (tidak banjir)
Zona 3	0,462	1,9205	$Q_s > Q_r$	Aman (tidak banjir)

Genangan yang terjadi di jalan utama Gedung C pada saat terjadinya hujan bukanlah luapan dari drainase atau kapasitas drainase yang tidak cukup lagi, tapi melainkan air dari bahu jalan tidak dapat masuk ke drainase utama di karenakan bahu jalan yang lebih tinggi dari badan jalan, serta bahu jalan yang sudah ditumbuhi oleh rerumputan.

3. Dari segi konektifitas drainase eksisting di ITERA masih terdapat beberapa area yang belum terkoneksi satu dengan yang lain, dan juga ada beberapa belum terkoneksi dengan embung-embung yang ada. Hal ini dikarenakan

beberapa faktor, dan faktor yang paling mendasar adalah karena memang belum ada pembangunan ke tahapan yang lebih jauh. Pada saat ini baru 19% lahan yang terbangun yaitu di bagian utara lahan ITERA

4. Berdasarkan topografi dan master plan gedung yang ada dapat dibuat usulan sistem drainase yang berkelanjutan dan saling memiliki koneksi satu dengan yang lain, yang dapat dilihat pada gambar 27.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brata, B.A.K. 2020. *Studi Kasus Sistem Jaringan Drainase Kelurahan Patemon Kecamatan Gunungpati Kota Semarang*. Universitas Negeri Semarang.
- Fauzan. 2016. *Analisa Sistem Drainase Jl. Margo Santoso Desa Sangatta Utara*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Febriana, Y. 2009. *Analisis Sistem Drainase Medokan Terhadap Fluktuasi Debit Kali Wonokromo*. Universitas Indonesia.
- Hardjosuprpto. M. 1998. *Drainase Perkotaan Volume I*. ITB-Press. Bandung.
- Halim, H. 2012, *Drainase Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- Kusuma, W.I. 2016. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Perumahan Green Mansion Residence Sidoarjo*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Irawan, R. 2017. *Kajian Penataan Sistem Drainase Perkotaan Berdasarkan Rencana Pola Ruang (Studi Kasus: Kecamatan Praya-Kabupaten Lombok Tengah)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kamila, N., Wardhana, I.W., dan Sutrisno, E. 2016. *Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainadge) di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
- Muttaqin, A.Y. 2006. *Kinerja Sistem Drainase Yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Nugraha. 2016. *Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Jalan Medan–Binjai Km 15, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang*. Universitas Sumatera Utara.
- Nurhikmah, D., Nursetiawan., Akmalah, E. 2016. *Pemilihan Metode Sistem Drainase Berkelanjutan Dalam Rangka Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Bandung*. Institut Teknologi Nasional.

Prameswari, P. 2017. *Perencanaan Drainase Jalan Lingkar Luar Barat Surabaya Tahap 3 (STA 4+000 Sampai Dengan STA 11+502,94)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Presiden Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*.

Soemarto,CD. 1986. *Hidrologi Teknik*. Surabaya. Usaha Nasional

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Edisi I. Yogyakarta: Andi.

Triatmodjo, B. 1994. *Hidraulika II*, Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta : Beta Offset