

**ANALISIS SALURAN DRAINASE DI PENGAMAN PANTAI  
KALIANDA (PANTAI MULI) LAMPUNG SELATAN  
MENGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**ROSYID NUR FAUZI  
1915011043**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS SALURAN DRAINASE DI PENGAMAN PANTAI KALIANDA (PANTAI MULI) LAMPUNG SELATAN MENGGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS**

**Oleh**

**ROSYID NUR FAUZI**

Penelitian ini menganalisis saluran drainase pengaman pantai di Waymuli, Lampung Selatan melalui analisis hidrologi dan hidrolika. Akibat perubahan tata guna lahan yang tidak terencana dan berkelanjutan dapat meningkatkan risiko terjadinya banjir. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis besar debit banjir yang terjadi, kapasitas saluran eksisting dan memberikan beberapa alternatif solusi yang dapat yang dapat diterapkan. Analisis hidrologi menggunakan metode rasional untuk debit rancangan dan analisis hidrolika dengan HEC-RAS. Hasil penelitian menunjukkan adanya kekurangan kapasitas saluran ketika terjadi debit banjir puncak. Salah satu faktor penyebab terjadinya banjir pada tanggal 7 September 2022 adalah curah hujan yang tinggi. Pada kala ulang 2 tahun, curah hujan mencapai 54,0340 mm, pada kala ulang 5 tahun mencapai 81,8905 mm, dan pada kala ulang 10 tahun mencapai 104,0784 mm. Selain itu, hasil data presipitasi GEE menunjukkan bahwa curah hujan maksimum bulan September 2022 mencapai 46,857 mm. Drainase yang ada di daerah tersebut ternyata tidak mampu menampung curah hujan dalam interval ulang 2 tahun. Kesimpulannya adalah ketika terjadinya debit puncak kapasitas saluran drainase eksisting tidak dapat memenuhi mengakibatkan terjadinya banjir, untuk itu dibutuhkan berbagai pertimbangan seperti pembuatan kolam retensi untuk mengatasi masalah banjir yang terjadi.

Kata kunci: hidrologi, hidrolika, drainase, banjir, HEC-RAS

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF DRAINAGE CHANNELS AT KALIANDA BEACH REVTMENT (MULI BEACH) SOUTH LAMPUNG USING HEC-RAS PROGRAM**

**By**

**ROSYID NUR FAUZI**

*This study analyzed the coastal revetment drainage channel in Waymuli, South Lampung, through hydrological and hydraulic analysis. As a result of unplanned and unsustainable land use changes, the risk of flooding increased. The purpose of this research was to analyze the large flood discharge that occurred, the existing channel capacity, and provide several alternative solutions that could be implemented. Hydrological analysis was conducted using the rational method for debit design, and hydraulic analysis was performed with HEC-RAS. The results showed that there was a lack of channel capacity when there was a peak flood discharge. One of the factors that caused the flooding on September 7, 2022, was heavy rainfall. At the 2-year return period, rainfall reached 54.0340 mm; at the 5-year return period, it reached 81.8905 mm; and at the 10-year return period, it reached 104.0784 mm. Additionally, the GEE precipitation data results showed that the maximum rainfall in September 2022 reached 46.857 mm. The existing drainage in the area apparently couldn't accommodate rainfall in the 2-year return interval. The conclusion was that when there was a peak discharge, the existing drainage channel couldn't meet the consequences of flooding. For this reason, various considerations were needed, such as building a retention pond to overcome the flooding problem that occurred.*

*Keywords: hydrology, hydraulics, drainage, flood, HEC-RAS*

Judul Skripsi : **ANALISIS SALURAN DRAINASE DI  
PENGAMAN PANTAI KALIANDA  
(PANTAI MULI) LAMPUNG SELATAN  
MENGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS**

Nama Mahasiswa : **Rosyid Nur Fauzi**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1915011043

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



**Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**  
NIP 19691030 200003 1 001

**Subuh Tugiono, S.T., M.T.**  
NIP 19730407 200012 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19720829 199802 1 001

**Ir. Laksmi Irianti, M.T.**  
NIP 19620408 198903 2 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

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



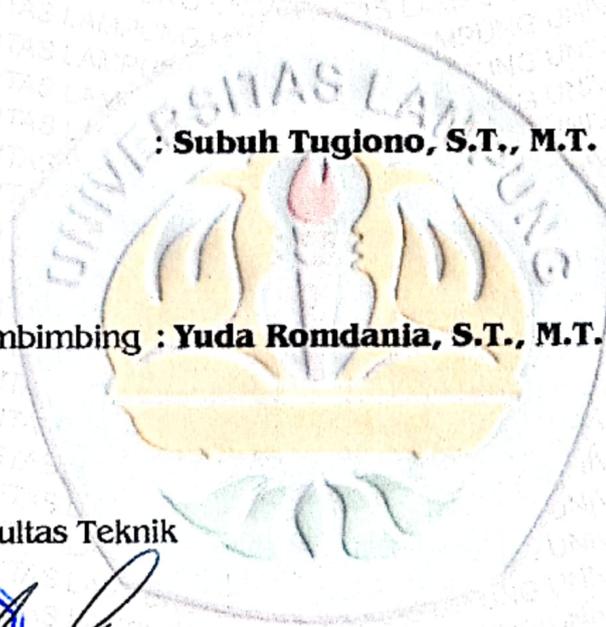
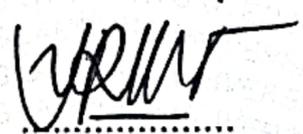
**Sekretaris**

**: Subuh Tugiono, S.T., M.T.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Yuda Romdania, S.T., M.T.**



**2. Dekan Fakultas Teknik**



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

**NIP. 19750928 200112 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 Juli 2023**

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rosyid Nur Fauzi

Nomor Pokok Mahasiswa : 1915011043

Judul Skripsi : ANALISIS SALURAN DRAINASE DI  
PENGAMAN PANTAI KALIANDA (PANTAI  
MULI) LAMPUNG SELATAN  
MENGUNAKAN PROGRAM HEC-RAS

Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 11 Juli 2023

Penulis,



**Rosyid Nur Fauzi**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Rosyid Nur Fauzi, lahir di Jakarta pada tanggal 29 Desember 2000 yang merupakan anak ke tiga dari lima bersaudara dari pasangan Alm. Drs. H. Satiyo dan Hj. Jumiyyati. Penulis memulai pendidikan dari TK di TPA Al-makmur (2006-2007). dilanjutkan ke Sekolah Dasar (SD) di SDN 015 Pagi Jakarta Barat (2007-2013), kemudian Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 45 Jakarta (2013-2016), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 56 Jakarta (2016-2019) dengan mengambil jurusan MIPA. Pada tahun 2019, penulis menempuh pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Kalideres, Kec. Kalideres, Jakarta Barat selama 40 hari pada Januari 2022. Penulis juga melakukan Magang selama 4 bulan di Pengaman Pantai Muli, Lampung Selatan dimulai pada 20 Juli 2022 dan berakhir pada 19 November 2022. Selanjutnya penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada 13 Maret 2023, dengan judul skripsi “Analisis Saluran Drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) Lampung Selatan Menggunakan Program HEC-RAS”.

Selain menempuh pendidikan formal di Fakultas Teknik Universitas Lampung, penulis juga mengikuti pendidikan non-formal di Pondok Pesantren Mahasiswa (PPM) Baitusshodiq. Untuk membentuk karakter yang cerdas, berbudi luhur, dan memiliki pemahaman yang mendalam tentang nilai-nilai agama.

# *Persembahan*

Alhamdulillahirobbilalamin

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Juga shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Karya ini dipersembahkan kepada:

**Alm. Bapak, Mama, Saudara-saudari, dan Teman-teman**

Yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang tulus atas segala kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang telah diberikan dengan penuh cinta.

**Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

**dan**

**Bapak Subuh Tugiono, S.T., M.T.**

Yang sangat berjasa dan selalu memberikan ilmu dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

## *Motto*

“Hai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(Q.S. Muhammad:7)

“Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat hendaklah ia menguasai ilmu, dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat) hendaklah ia menguasai ilmu.”

(HR Ahmad)

“Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan salat. Sungguh Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(QS. Al-Baqarah:153)

“Nothing is impossible, the word itself says 'I'm possible'!”

(Audrey Hepburn)

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Tuhan Yang Maha Esa yang telah senantiasa memberikan rahmat dan anugerah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Saluran Drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) Lampung Selatan Menggunakan Program HEC-RAS”** dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan petunjuk, kekuatan, kesabaran, dan pertolongan yang tiada henti, serta senantiasa memberikan berkah ilmu kepada setiap hamba-Nya.
2. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penelitian ini.
6. Bapak Subuh Tugiono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, kritik, serta semangat dalam membimbing penelitian ini.
7. Ibu Yuda Romdania, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang sudah memberikan banyak ilmu pengetahuan, saran, kritik, serta semangat dalam penelitian ini.

8. Bapak Ir. Andius Dasa Putra, ST., MT., PhD, selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingan dalam akademik.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis, serta seluruh karyawan jurusan atas bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Bapak, Mama, saudara-saudari dan teman-teman yang selalu mendukung dan memberikan do'a terbaik.
11. Teman KTW-4 (Cristiyanti, Tegar dan Lady) dan sahabat saya Tomi yang selalu membantu dan menemani berbagi suka dan duka.
12. Terima kasih kepada rekan Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah memberikan masukan, kritik, saran, serta doa.
13. Terima kasih kepada bapak ibu, teman-teman santri serta keluarga besar Pondok Pesantren Mahasiswa Baitusshodiq atas nasihat, dukungan dan do'a yang diberikan.

Skripsi ini banyak kekurangan, baik dari isi maupun cara penulisannya. Diharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan wawasan baru dan memberikan manfaat bagi para pembacanya.

Bandar Lampung, 11 Juli 2023  
Penulis,

**Rosyid Nur Fauzi**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Sistematika Penelitian .....	5
1.7. Kerangka Berfikir .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1. Drainase .....	7
2.1.1. Fungsi Drainase .....	8
2.1.2. Jenis Drainase .....	8
2.2. Hidrologi .....	10
2.2.1. Siklus Hidrologi .....	10
2.2.2. Presipitasi .....	11
2.2.3. Pengukuran Hujan .....	12
2.2.4. Analisis Hujan Titik menjadi Hujan Wilayah .....	13
2.2.5. Hujan Rancangan .....	13
2.2.6. Karakteristik DAS (Daerah Aliran Sungai) .....	14
2.2.7. Analisis Frekuensi .....	16
2.2.8. Uji Kecocokan Distribusi .....	21

2.2.9. Waktu Konsentrasi .....	21
2.2.10. Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) .....	21
2.2.11. Metode Rasional .....	22
2.2.12. Debit Air Kotor (Qak) .....	23
2.2.13. Debit Banjir Rancangan (Qr) .....	24
2.3. Hidrolika .....	25
2.4. Program HEC-RAS .....	28
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1. Lokasi Penelitian .....	30
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	31
3.3. Peralatan Penelitian .....	31
3.4. Data-data Penelitian .....	32
3.4.1. Data Primer .....	32
3.4.2. Data sekunder .....	32
3.5. Metode Pengolahan Data .....	33
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1. Analisis Hidrologi .....	37
4.1.1. Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum .....	37
4.1.2. Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	39
4.2.3. Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	47
4.2. Analisis Hidrolika .....	54
4.2.1. Pengaturan Awal Program .....	55
4.2.2. Pembuatan <i>File Project</i> .....	57
4.2.3. Geometri Saluran .....	58
4.2.4. Tampang Lintang .....	62
4.2.5. Interpolasi Tampang Lintang .....	64
4.2.7. Hitungan Hidrolika .....	66
4.2.8. Presentasi Hasil Hitungan .....	68
4.3. Hasil Analisis Hidrologi dan Hidrolika .....	72
4.4. Alternatif Solusi .....	73
4.4.1. Perencanaan Pembesaran Penampang Drainase .....	74
4.4.2. Pembuatan Kolam Retensi .....	76

4.4.3. Program Pemeliharaan Secara Berkala .....	77
4.5. Pemilihan Prioritas Alternatif Solusi yang Memungkinkan .....	78
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>81</b>
5.1. Kesimpulan .....	81
5.2. Saran .....	81
<b>DAFTAR PUTAKA .....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Berfikir .....	6
2. Siklus Hidrologi .....	11
3. Peta Lokasi Penelitian .....	30
4. Diagram Alir Penelitian .....	31
5. Tahapan dalam analisis hidrologi .....	35
6. Tahapan dalam analisis hidrolika .....	36
7. Grafik curah hujan maksimum tahunan .....	39
8. Grafik Intensitas Curah Hujan .....	49
9. <i>Catchment Area</i> .....	50
10. Tampilan pengaturan folder default untuk menyimpan file proyek .....	56
11. Tampilan pengaturan default koefisien kontraksi dan ekspansi .....	56
12. Tampilan pengaturan sistem satuan .....	57
13. Tampilan pembuatan <i>project</i> baru .....	57
14. Tampilan konfirmasi pembuatan <i>project</i> baru .....	58
15. Tampilan editor data geometri .....	59
16. Tampilan pengisian nama saluran dan ruas saluran .....	59
17. Tampilan tabel editor data geometri .....	61
18. Tampilan tampak atas saluran Pengaman Pantai Way Muli .....	61
19. Tampang lintang pada S1 hilir .....	63
20. Tampang lintang pada S1 hulu .....	64
21. Tampak atas seluruh ruas saluran dan semua tampang lintang .....	64
22. Interpolasi tampang lintang saluran .....	65
23. Tampilan editor tampak atas setelah diinterpolasi .....	65
24. Tampilan editor data aliran permanen untuk syarat batas hulu .....	66
25. Tampilan hitungan aliran permanen .....	67

26. Tampilan hitungan hidraulika selesai .....	67
27. Profil muka air bagian hulu S1 .....	68
28. Profil muka air bagian hilir S1 .....	69
29. Profil muka air bagian hulu S2 .....	69
30. Profil muka air bagian hilir S2 .....	70
31. Profil muka air bagian hulu S3 .....	70
32. Profil muka air bagian hilir S3 .....	71
33. Profil muka air bagian hulu S4 .....	71
34. Profil muka air bagian hilir S4 .....	72
35. Grafik Curah Hujan Way Muli Bulan September 2022 .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Koefisien Limpasan (C) .....	15
2. Nilai Variabel Reduksi Gauss .....	17
3. Nilai $Y_t$ Gumbel .....	17
4. Nilai $Y_n$ Gumbel .....	18
5. Nilai $S_n$ Gumbel .....	18
6. Nilai KT distribusi Pearson III .....	20
7. Nilai Chi Kuadrat kritik .....	21
8. Nilai Koefisien Kekasaran <i>Manning</i> .....	27
9. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (mm) .....	38
10. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm) .....	38
11. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Normal .....	40
12. Hasil Hujan Rencana Distribusi Normal .....	41
13. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Normal .....	42
14. Hasil Hujan Rencana Distribusi Log Normal .....	42
15. Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel .....	43
16. Hasil Hujan Rencana Distribusi Gumbel .....	44
17. Hasil Analisis Frekuensi Log Pearson III .....	45
18. Hasil Hujan Rencana Log Pearson III .....	45
19. Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rencana Empat Metode .....	46
20. Penentuan Jenis Distribusi .....	46
21. Nilai Uji Chi Kuadrat .....	47
22. Nilai Intensitas Hujan (per-jam) .....	48
23. Debit Aliran Rencana pada Saluran 1 .....	51
24. Debit Aliran Rencana pada Saluran 2 .....	52
25. Debit Aliran Rencana pada Saluran 3 .....	52

26. Debit Aliran Rencana pada Saluran 4 .....	52
27. Hasil Debit Air Kotor Saluran 1 .....	53
28. Hasil Debit Air Kotor Saluran 2 .....	53
29. Hasil Debit Air Kotor Saluran 3 .....	54
30. Hasil Debit Air Kotor Saluran 4 .....	54
31. Perhitungan kapasitas tampungan .....	55
32. Koordinat geometri saluran .....	60
33. Data cross section saluran pengaman pantai Way Muli Ruas 1 .....	62
34. Rekapitulasi Debit Maksimum Saluran dan Debit Banjir .....	72
35. Perhitungan debit banjir 7 September 2022 .....	73
36. Perhitungan dimensi saluran setelah perbaikan .....	74
37. Profil aliran sebelum dan setelah perbaikiakan .....	74
38. Skoring pemilihan alternatif pengendalian banjir .....	80

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pada tahun 2022, telah dibangun pengaman pantai sepanjang 2,01 km di kawasan pesisir Pantai Kalianda (Pantai Muli) oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Pembangunan tersebut dilakukan pasca terjadinya bencana tsunami pada 22 Desember 2018 silam di kawasan Pantai Selatan Provinsi Lampung. Bangunan pengaman pantai merupakan bangunan yang berfungsi untuk melindungi pantai dari kerusakan akibat serangan gelombang laut, mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai serta merubah laju transport sedimen di sepanjang pantai (Ayu *dkk.*, 2022). Pada bangunan pengaman tersebut terdapat saluran drainase untuk mengatasi masalah banjir yang tidak diinginkan.

Banjir adalah limpasan air yang melebihi tinggi muka air normal, sehingga meluap dan menyebabkan genangan pada dataran rendah (Setyani & Saputra, 2016). Banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi, terutama pada saat musim hujan (Rosyidie, 2013). Pada umumnya banjir terjadi disebabkan karena sistem pengelolaan drainase belum tertata dengan baik, belum memadai sarana dan prasarana drainase ataupun disebabkan oleh perilaku masyarakat, sehingga pada operasional dan pemeliharaan sarana dan prasarana drainase belum terlaksana secara maksimal (Herfiansyah *dkk.*, 2020). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi genangan atau banjir yaitu dengan membangun saluran drainase (Jifa *dkk.*, 2019). Sehingga, pada pengaman pantai ini dibutuhkan drainase untuk mengalirkan kelebihan air yang dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan tersebut.

Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun air yang berada di bawah permukaan tanah (Wesli, 2008). Pengelolaan sistem drainase di pesisir yang efisien memerlukan informasi baru tentang peran air laut dan sumber air tanah saat ini dan di masa depan bersama dengan sumber air hujan dalam masalah banjir perkotaan (Sangsefidi *dkk.*, 2023). Saluran drainase yang sudah tidak mampu lagi menampung air hujan dapat mengakibatkan genangan sesaat (Widodo & Ningrum, 2015). Akibat perubahan tata guna lahan menjadi kawasan pusat kegiatan manusia maupun pemukiman dapat menyebabkan air tidak meresap dengan maksimal ke dalam tanah sehingga sebagian besar akan melimpas dan terjadinya banjir (Yansyah *dkk.*, 2015). Untuk mengatasi masalah banjir perlu dilakukan perhitungan kembali yang cermat dalam analisis hidrologi maupun hidrolika untuk mengetahui apakah saluran drainase yang direncanakan mampu menampung debit air yang ada di daerah Pengaman Pantai Way Muli.

Analisis hidrologi dan hidrolika dilakukan untuk mendapatkan nilai debit rencana dan debit kapasitas saluran (Giovan *dkk.*, 2013). Dilakukan Analisis hidrologi untuk mengetahui debit air limpasan yang disebabkan oleh curah hujan ekstrim dan alih fungsi lahan (Pradiko *dkk.*, 2015). Untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir dengan besarnya debit banjir perlu ditinjau dengan analisis hidrologi yang merupakan metode perhitungan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan dengan menggunakan metode statistik (Fajra *dkk.*, 2018). Analisis hidrologi dilakukan untuk memprediksi debit air yang masuk pada kala ulang tertentu, biasanya 5 tahun atau 10 tahun untuk daerah komersial (Yansyah *dkk.*, 2015). Pada penelitian ini berada di pesisir pantai yang terdapat banyak pemukiman penduduk, sehingga diperlukan analisis yang cermat untuk mengatasi masalah banjir di daerah tersebut.

Analisis hidrolika digunakan untuk mengetahui sifat-sifat hidrolika yang terjadi pada saluran drainase tersebut, meliputi jenis aliran (*steady flow*), angka kekasaran (*mannings*) dan sifat alirannya. Dalam pemodelan hidrolika tersebut dapat dilakukan secara numerik menggunakan program HEC-RAS

(Harjono & Widhiastuti, 2019). HEC-RAS adalah program aplikasi untuk memodelkan aliran, *River Analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)*. Sistem HEC-RAS terdiri atas *Graphical User Interface (GUI)*, komponen-komponen analisis hidrolik, kemampuan penyimpanan data, manajemen dan grafik (Istiarto, 2014). HEC-RAS dapat menerima hasil (limpasan) sebagai masukan untuk menghasilkan informasi sebaran spasial daerah rawan banjir (Tamiru & Dinka, 2021). Dengan dilakukan analisis menggunakan program HEC-RAS akan didapatkan hasil temuan mengenai permasalahan banjir yang ditimbulkan.

Pada tanggal 7 September 2022 telah terjadi banjir di daerah pesisir Way Muli akibat curah hujan yang tinggi. Akibat dari tingginya curah hujan akan menyebabkan masalah banjir jika tidak tersedianya saluran drainase yang memadai, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan temuan baru dalam mengatasi masalah banjir di daerah tersebut. Meskipun penelitian saluran drainase pada pengaman pantai sebelumnya telah dilakukan dengan cara konvensional, tetapi pada penelitian kali ini dilakukan analisis dengan program HEC-RAS, sehingga didapatkan temuan baru untuk mengatasi masalah banjir pada daerah tersebut. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang selanjutnya akan berjudul “Analisis Saluran Drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) Lampung Selatan Menggunakan Program HEC-RAS”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Dari situasi yang telah dijelaskan, dapat diidentifikasi bahwa terdapat beberapa masalah yang perlu dirumuskan, yaitu:

1. Bagaimana kapasitas saluran drainase yang tersedia di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) di Lampung Selatan?
2. Apa penyebab terjadinya banjir setelah pembangunan Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) di Lampung Selatan?
3. Apa solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan saluran drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) di Lampung Selatan?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berikut adalah beberapa tujuan penelitian yang akan dilakukan:

1. Menganalisis banjir yang terjadi di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli).
2. Menganalisis kapasitas saluran drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli).
3. Memberi beberapa alternatif solusi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan sistem saluran drainase di Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli).

### 1.4. Batasan Masalah

Adapun permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada beberapa hal, yaitu:

1. Drainase yang ditinjau adalah saluran drainase Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) dengan panjang 650 m.
2. Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis hidrologi dengan menggunakan data curah hujan dari stasiun curah hujan terdekat, yaitu Stasiun Penengahan PH. 03.
3. Analisis debit banjir rencana dengan kala ulang 10 tahun untuk drainase primer.
4. Dalam proses pemodelan ini, diasumsikan bahwa seluruh debit yang masuk sepenuhnya terdiri dari air dan tidak ada adanya sedimen atau sampah.
5. Aliran yang terjadi dalam saluran drainase merupakan aliran yang stabil (*steady flow*), di mana kehilangan energi dipengaruhi oleh gesekan dan hambatan yang terjadi dalam aliran, seperti akibat sambungan dan perubahan penampang saluran.
6. Analisis kapasitas debit saluran drainase menggunakan pemodelan program HEC-RAS versi 6.3.1.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian yang akan dilakukan meliputi:

1. Penelitian ini akan mengkomunikasikan kepada masyarakat informasi mengenai kondisi drainase yang ada.
2. Memberikan saran pada instansi pemerintah sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan banjir di daerah tersebut.
3. Memberikan referensi bagi penelitian selanjutnya.

### 1.6. Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### **BAB I: PENDAHULUAN**

Pada bagian ini, dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, batasan-batasan yang diberikan di dalam penelitian, manfaat yang diperoleh dalam melakukan penelitian, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bagian ini, dijelaskan mengenai landasan teori maupun studi literatur yang digunakan dalam melakukan penelitian ini.

#### **BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian ini, dijelaskan metode penelitian yang digunakan, bagan alir penelitian, serta tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian.

#### **BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN**

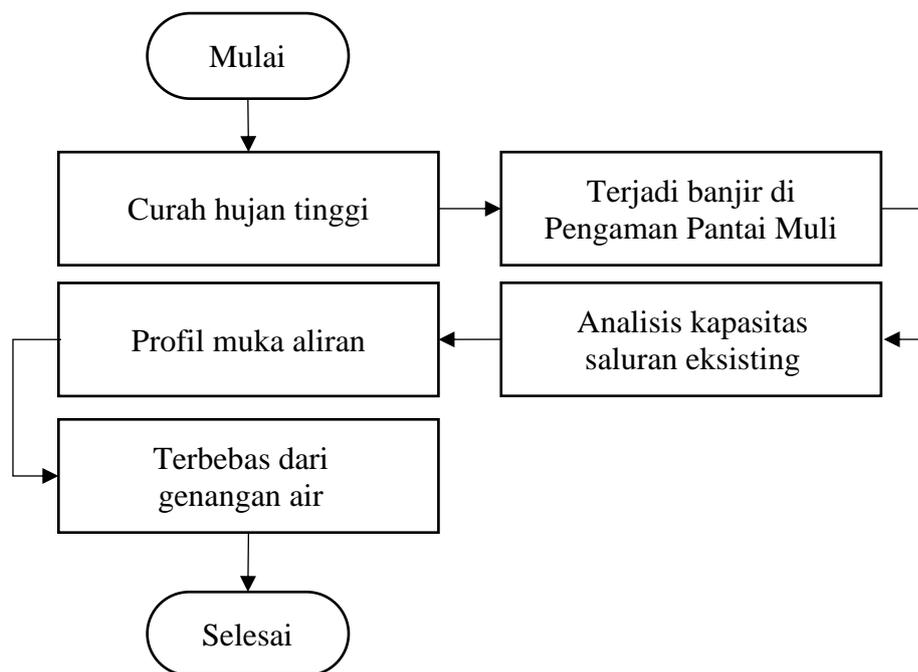
Pada bagian ini, dijelaskan hasil penerapan program HEC-RAS dalam analisis hidrologi dan hidrolika saluran drainase di wilayah pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) di Lampung Selatan.

#### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini, dirangkum temuan yang diperoleh dalam penelitian yang dilakukan serta diberikan saran berdasarkan manfaat yang ditemukan dari penelitian ini.

### 1.7. Kerangka Berfikir

Pada penelitian ini, terdapat sebuah kerangka berfikir yang berisi penjelasan awal mengenai topik permasalahan yang diteliti. Pembuatan kerangka berfikir ini bertujuan untuk membentuk argumentasi yang kemudian akan digunakan dalam merumuskan hipotesis penelitian. Anda dapat melihat kerangka berfikir ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berfikir.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Drainase

Drainase memiliki definisi mengalirkan, menguras atau membuang air. Secara umum, drainase diartikan sebagai pembuangan massa air dari suatu wilayah atau tempat (Suripin, 2004). Sistem drainase dirancang untuk mengatasi masalah kelebihan air, baik itu air yang berada di permukaan maupun di bawah permukaan tanah. (Wesli, 2008). Dalam konteks teknik sipil, drainase dapat diartikan sebagai metode yang digunakan untuk mengurangi kelebihan air, termasuk air hujan, rembesan dan kelebihan air irigasi, di suatu kawasan atau lahan. Tujuan dari drainase ini adalah untuk memastikan kelancaran berbagai aktivitas di kawasan tersebut. Kelebihan air permukaan ini dapat berupa air hujan, air limbah domestik atau air limbah industri. Oleh karena itu, penting bagi drainase perkotaan untuk dikelola secara terpadu dengan sistem sanitasi, penanganan sampah, pengendalian banjir kota, dan elemen-elemen lainnya (Arafat, 2008).

Kriteria-kriteria dalam perencanaan dan perancangan drainase perkotaan yang umum (Suripin, 2004), yaitu:

1. Perencanaan drainase harus dirancang sedemikian rupa sehingga fasilitas drainase dapat berfungsi secara optimal sebagai tempat penampung, pembagi dan pembuang air. Hal ini penting agar drainase dapat benar-benar efektif dan berhasil dalam mengelola aliran air.
2. Dalam memilih dimensi drainase, perlu mempertimbangkan aspek keamanan dan keekonomiannya.
3. Dalam perencanaan drainase, penting untuk mempertimbangkan juga faktor kemudahan pemeliharaan sistem drainase dan nilai ekonomisnya.

### 2.1.1. Fungsi Drainase

Silvia, (2017) sistem drainase mempunyai fungsi yang sangat penting, karena meliputi kebersihan, kesehatan dan keselamatan setiap orang atau masyarakat. Adapun fungsi-fungsi drainase, yaitu:

1. Melindungi suatu daerah dari genangan air, banjir dan erosi.
2. Karena aliran air yang lancar, fungsi drainase dapat meminimalkan risiko kesehatan lingkungan dan melindungi terhadap penyakit malaria dan lainnya.
3. Sistem yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan struktur tanah terhadap jalan dan bangunan lainnya.
4. Pengembangan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase-nya.
5. Lebih baik menggunakan tanah perumahan yang padat karena dapat mencegah kelembaban.
6. Sebagai infrastruktur perkotaan yang berwawasan lingkungan.

### 2.1.2. Jenis Drainase

Berikut ini adalah beberapa jenis-jenis drainase yang umum digunakan dalam praktek:

#### 1. Drainase Permukaan

Jenis drainase ini melibatkan sistem pengumpulan dan pengaliran air di permukaan tanah. Termasuk di dalamnya adalah saluran air terbuka, parit, saluran salju, dan saluran air hujan. Tujuan utama drainase permukaan adalah mengalirkan air secara efisien dari suatu daerah dan mencegah genangan air.

#### 2. Drainase Sub-Surface

Jenis drainase ini melibatkan penggunaan pipa saluran atau saluran terkubur di bawah permukaan tanah untuk mengalirkan air.

Biasanya digunakan untuk mengeringkan tanah yang jenuh air atau mengendalikan tanah berair di lahan pertanian atau bangunan.

### 3. Drainase Lingkungan Hidup

Jenis drainase ini berkaitan dengan pengelolaan air yang berfokus pada perlindungan lingkungan dan kualitas air. Termasuk di dalamnya adalah penggunaan metode seperti retensi air, bio-swale, dan sistem filtrasi untuk mengurangi polusi air dan mempertahankan ekosistem yang sehat.

### 4. Drainase Saluran Tertutup

Jenis drainase ini melibatkan penggunaan pipa saluran tertutup atau sistem drainase terowongan untuk mengalirkan air. Biasanya digunakan di daerah perkotaan atau area dengan kepadatan penduduk yang tinggi di mana ruang terbatas untuk saluran terbuka.

### 5. Drainase Pertanian

Jenis drainase ini digunakan dalam konteks pertanian untuk mengendalikan kelebihan air atau kelebihan kelembaban di lahan pertanian. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produktivitas lahan dan mengelola kelebihan air agar tidak merusak tanaman.

### 6. Drainase Industri

Jenis drainase ini digunakan dalam konteks industri untuk mengelola air limbah atau air sisa dari proses industri. Sistem drainase industri dirancang untuk memastikan pengolahan dan pembuangan air limbah yang aman dan sesuai dengan regulasi lingkungan.

### 7. Drainase Perkotaan

Jenis drainase ini berkaitan dengan pengelolaan air di daerah perkotaan. Melibatkan penggunaan infrastruktur seperti saluran drainase perkotaan, parit, sumur resapan, dan sistem pengaliran air hujan untuk mengurangi risiko banjir dan memastikan pembuangan air yang efisien dari daerah perkotaan.

Itu adalah beberapa jenis-jenis drainase umum yang digunakan dalam praktek. Setiap jenis drainase memiliki tujuan dan aplikasi yang berbeda tergantung pada lingkungan dan kebutuhannya.

## 2.2. Hidrologi

Hidrologi berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari kata *hydros* dan *logos*, *hydros* berarti air dan *logos* berarti ilmu, dengan demikian hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air. Jika kita mengenal lebih dalam, hidrologi merupakan salah satu cabang dari ilmu teknik sipil yang mempelajari pergerakan, distribusi dan kualitas air di seluruh bumi. Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008).

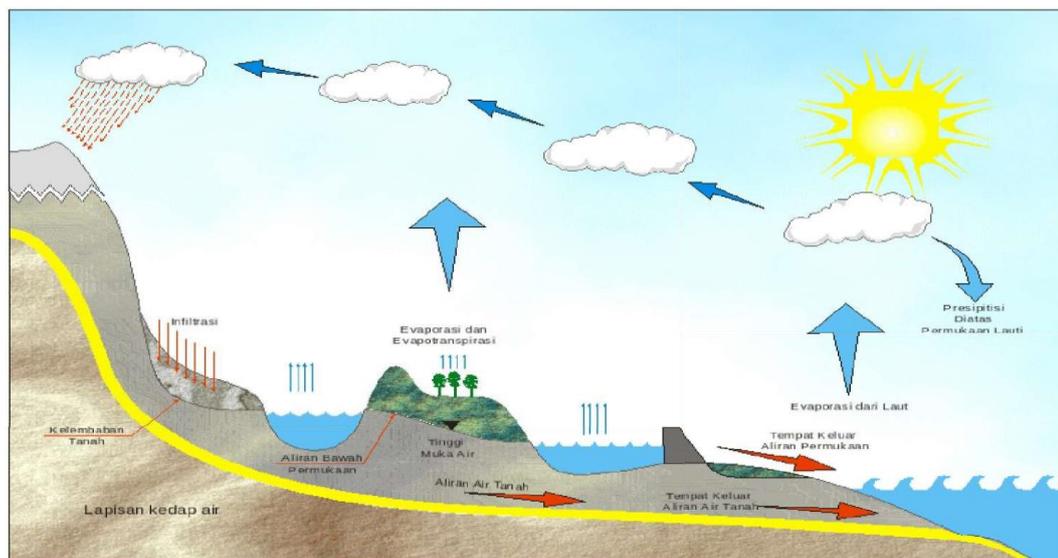
### 2.2.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, selanjutnya berubah menjadi awan setelah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling berkaitan dan harus diperhatikan dalam merencanakan bangunan air, yaitu proses hujan (presipitasi), penguapan (evaporasi), peresapan air ke dalam tanah (infiltrasi), limpasan permukaan (*surface runoff*) dan limpasan air tanah (*subsurface runoff*) (Sosrodarsono & Kensaku, 2003).

Suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*out flow*) disebut siklus hidrologi. Penguapan terdiri dari evaporasi dan transpirasi. Uap yang dihasilkan mengalami kondensasi dan dipadatkan membentuk awan yang nantinya kembali menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi

tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan sebagian mencapai permukaan tanah.

Sebagian air yang mencapai permukaan tanah akan mengalami *infiltrasi*, meresap ke dalam tanah, sementara sebagian lainnya akan mengisi cekungan atau depresi di permukaan tanah dan kemudian mengalir menuju area yang lebih rendah, yang disebut (*runoff*), menuju sungai, dan akhirnya menuju laut. Dalam perjalanan ini, sebagian air akan menguap. Bagian air yang masuk ke dalam tanah akan mengalami proses keluarnya kembali ke permukaan dan mengalir menuju sungai, yang dikenal sebagai (*interflow*). Sementara itu, sebagian air akan menembus lapisan tanah yang lebih dalam dan menjadi air tanah, yang secara perlahan masuk ke sungai melalui aliran bawah tanah (*ground water flow*).



Gambar 2. Siklus Hidrologi.

### 2.2.2. Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang meng-kondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya

dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*) (Suripin, 2004). Presipitasi merupakan turunnya air hujan dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es (Triatmodjo, 2008). Dalam bagian ini hanya akan dibahas tentang hujan. Durasi hujan adalah waktu yang dihitung dari saat hujan mulai turun hingga berhenti, yang umumnya dinyatakan dalam satuan waktu tertentu, seperti jam. Data hujan dengan durasi pendek, dalam jam atau menit, dapat diperoleh dari pencatat curah hujan otomatis. Beberapa karakteristik hujan yang penting untuk dianalisis dan dipertimbangkan dalam perencanaan hidrologi meliputi:

1. Intensitas (*i*), yaitu jumlah curah hujan dalam satuan waktu tertentu, seperti mm/menit, mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, mm/tahun, dan lain sebagainya.
2. Durasi (*t*), yaitu waktu berapa lama hujan turun, diukur dalam menit atau jam.
3. Tinggi hujan (*d*), yaitu jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan, dinyatakan dalam ketebalan air di permukaan datar, dalam satuan mm.
4. Frekuensi, yaitu frekuensi kejadian hujan, biasanya dinyatakan dalam periode ulang (*return period*) *T*, seperti sekali dalam 2 tahun, 5 tahun, atau 10 tahun.
5. Luas, yaitu luas geografis daerah yang terpengaruh oleh curah hujan.

### **2.2.3. Pengukuran Hujan**

Dalam analisis diperlukan data hujan yang akurat, bukan hanya hujan kumulatif harian, namun juga diperlukan data hujan jam-jaman. Hal ini dikarenakan hujan sangat bervariasi terhadap waktu dan tempat, dan setiap perubahannya berpengaruh terhadap aliran sungai. Hujan

di suatu daerah dapat diukur di beberapa titik yang ditetapkan dengan menggunakan alat pencatat hujan, baik berupa alat pencatat hujan biasa (*manual raingauge*) maupun berupa alat pencatat hujan otomatis (*automatic raingauge*).

#### **2.2.4. Analisis Hujan Titik menjadi Hujan Wilayah**

Metode yang digunakan adalah metode *polygon Thiessen*. Metode ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua pos penakar hujan. Cara ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung di antara dua buah pos penakar.

#### **2.2.5. Hujan Rancangan**

Dalam analisis hujan aliran, untuk memperkirakan debit banjir rencana diperlukan masukan hujan rencana ke dalam suatu sistem DAS. Hujan rencana tersebut dapat berupa hujan titik atau hidrograf hujan rencana yang merupakan distribusi hujan sebagai fungsi waktu selama hujan deras. Perencanaan bangunan air didasarkan pada debit banjir rencana yang diperoleh dari analisis hujan-aliran tersebut, yang berupa banjir rencana dengan periode ulang tertentu.

Menurut Triatmodjo (2008), debit rencana dapat dihitung dari kedalaman hujan titik dalam penggunaan metode rasional untuk menentukan debit puncak pada perencanaan drainase dan jembatan (gorong-gorong). Metode rasional ini digunakan apabila tangkapan air kecil. Pencatatan hujan biasanya dalam bentuk data hujan harian, jam-an atau menitan. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu pendek supaya distribusi hujan selama terjadinya hujan dapat

diketahui. Distribusi hujan yang terjadi digunakan sebagai masukan untuk mendapatkan hidrograf aliran.

#### **2.2.6. Karakteristik DAS (Daerah Aliran Sungai)**

Suripin, (2004) menggambarkan karakteristik DAS yang memiliki dampak signifikan pada aliran permukaan, termasuk luas dan bentuk DAS, topografi, dan tata guna lahan.

##### **1. Luas dan bentuk DAS,**

Jumlah dan volume aliran permukaan akan meningkat seiring dengan peningkatan luas DAS. Namun, jika aliran permukaan diekspresikan sebagai jumlah total DAS, bukan sebagai laju dan volume per unit luas, maka nilainya akan menurun dengan bertambahnya luas DAS. Bentuk DAS juga mempengaruhi pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat dilihat dengan membandingkan hidrograf dua DAS yang memiliki bentuk berbeda namun memiliki luas dan intensitas hujan yang sama. DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar.

##### **2. Topografi**

Ciri-ciri fisik permukaan bumi seperti kemiringan tanah, keberadaan dan kepadatan saluran, serta bentuk cekungan memiliki pengaruh terhadap laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam dan saluran yang padat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang memiliki kemiringan landai, saluran yang jarang, dan tidak adanya cekungan.

##### **3. Tata Guna Lahan**

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan

perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar Antara 0 sampai 1. Pada DAS yang masih baik, harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS, maka harga C makin mendekati satu. Masalah banjir pada suatu perkotaan juga tidak lepas dari semakin cepat berkurangnya daerah resapan air dalam hal ini perubahan tata guna lahan.

Tabel 1. Koefisien Limpasan (C)

No.	Tipe Aliran	C
1	Rerumputan	
	Tanah pasir, datar, 2%	0,50 - 0,10
	Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 - 0,15
	Tanah pasir, curam, 7%	0,15 - 0,2
	Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 - 0,17
	Tanah gemuk, sedang, 2 - 7%	0,18 - 0,22
2	Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 - 0,35
	Perdagangan	
	Daerah kota lama	0,75 - 0,95
3	Daerah pinggiran	0,50 - 0,70
	Perumahan	
	Daerah single family	0,30 - 0,50
	Multiunit terpisah	0,40 - 0,60
	Multiunit tertutup	0,60 - 0,75
	Sub-urban	0,25 - 0,40
4	Daerah apartemen	0,50 - 0,70
	Industri	
	Daerah ringan	0,50 - 0,80
5	Daerah berat	0,60 - 0,90
	Taman, kuburan	0,10 - 0,25
6	Tempat bermain	0,20 - 0,35
7	Halaman kereta api	0,20 - 0,40
8	Daerah tidak dikerjakan	0,10 - 0,30
9	Jalan	
	Beraspal	0,70 - 0,95
	Beton	0,80 - 0,95
	Batu	0,70 - 0,85
10	Atap	0,75 - 0,95

Sumber: Hidrologi Terapan (Triatmodjo,2008)

### 2.2.7. Analisis Frekuensi

Harto (1993), analisis frekuensi adalah metode analisis data hidrologi yang menggunakan statistika untuk memprediksi besaran hujan atau debit dengan periode ulang tertentu. Tujuan dari analisis frekuensi adalah mencari hubungan antara kejadian ekstrim dengan frekuensi kejadian menggunakan distribusi probabilitas kontinu. Terdapat beberapa bentuk fungsi distribusi kontinu (teoritis) yang umum digunakan dalam analisis frekuensi hidrologi, antara lain distribusi Normal, Log Normal, log Pearson dan Gumbel.

#### 1. Distribusi Normal

Distribusi Normal, juga dikenal sebagai distribusi Gauss, adalah distribusi yang simetris terhadap sumbu vertikal dan memiliki bentuk seperti lonceng. Harto (1993), memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*)  $C_s \approx 0$  dan nilai koefisien kurtosis  $C_k \approx 3$ . Rumus yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot Sd \quad (1)$$

dimana:

$X_T$  : perkiraan nilai yang diharapkan periode T-tahun

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

$K_T$  : faktor frekuensi

$Sd$  : deviasi standar

#### 2. Distribusi Log Norma

Menurut Singh (1992), jika variabel acak  $y = \log x$  terdistribusi secara normal, maka  $x$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal, dalam model matematik dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Y = \bar{Y} + K_T \cdot Sd \quad (2)$$

dimana:

$Y_T$  : perkiraan nilai yang terjadi pada T-tahunan

$Y$  : nilai rata-rata sampel

$K_T$  : faktor frekuensi

Sd : standar deviasi

Tabel 2. Nilai Variabel Reduksi Gauss

<b>Periode Ulang T (tahun)</b>	<b>Peluang</b>	<b>KT</b>
2	0.50	0
5	0.20	0.84
10	0.10	1.28
20	0.05	1.64
50	0.20	2.05
100	0.01	2.33

Sumber: Suripin (2004)

### 3. Distribusi Gumbel

Rumus umum yang digunakan dalam metode Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + Sd. KT \quad (3)$$

$$KT = \frac{Yt - Yn}{Sn} \quad (4)$$

dimana:

X : nilai rata-rata

s : standar deviasi

KT : faktor frekuensi

Yt : *Reduced Variate*

Yn : *Reduced Mean*

Sn : *Reduced Standard Deviation*

Tabel 3. Nilai Yt Gumbel

<b>Tr (tahun)</b>	<b>Yt</b>
2	0.36651
5	1.49994
10	2.25037
20	2.97020
50	3.90194
100	4.60015

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 4. Nilai  $Y_n$  Gumbel

<b>n</b>	<b><math>Y_n</math></b>
10	0.4952
20	0.5236
30	0.5362
40	0.5436
50	0.5485
60	0.5521
70	0.5548
80	0.5569
90	0.5586
100	0.5600

*Sumber: Suripin (2004)*

Tabel 5. Nilai  $S_n$  Gumbel

<b>n</b>	<b><math>S_n</math></b>
10	0.9496
20	1.0628
30	1.1124
40	1.1413
50	1.1607
60	1.1747
70	1.1854
80	1.1938
90	1.2007
100	1.2065

*Sumber: Suripin (2004)*

Sebelum menganalisis data hujan dengan salah satu distribusi di atas, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Triatmodjo (2008), dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi:

1) Rata-rata ( $\bar{X}$ )

$$(\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (5)$$

2) Simpangan baku (S)

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (6)$$

3) Koefisien skewness ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (7)$$

4) Koefisien kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (8)$$

5) Koefisien variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{x}} \quad (9)$$

#### 4. Distribusi Log Pearson III

Apabila tidak memenuhi ketiga distribusi di atas maka data tersebut dapat dihitung menggunakan distribusi Log Pearson III. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1) Ubah data ke bentuk logaritmik

$$X = \log X \quad (10)$$

2) Hitung harga rata-rata:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum \log X_i \quad (11)$$

3) Hitung simpangan baku:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum (\log X_i - \log \bar{X})^2} \quad (12)$$

4) Hitung kurtosis ( $C_k$ ):

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^4 \quad (13)$$

5) Mencari nilai K berdasarkan nilai  $C_s$ .

6) Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + Sd \cdot \log \bar{X} \cdot K_T \quad (14)$$

Tabel 6. Nilai KT distribusi Pearson III

Koefisien Skewnes (Cs)	Return Periode							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.00	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.50	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.20	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.00	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.80	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.60	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.40	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.20	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.00	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.90	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.80	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.70	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.60	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.50	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.40	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.30	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.20	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.10	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.00	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.10	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.20	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.30	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.40	0.050	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.50	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.60	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.70	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.80	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.90	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.00	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.20	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.40	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.60	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.80	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.00	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.20	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.50	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.00	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber: Suripin (2004)

### 2.2.8. Uji Kecocokan Distribusi

Nilai Chi Kuadrat kritik digunakan tabel 7 (Triatmodjo, 2008) berikut.

Tabel 7. Nilai Chi Kuadrat kritik

DK	Distribusi X <sup>2</sup>					
	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01
1	0.455	1.074	1.642	2.706	3.481	6.635
2	0.139	2.408	3.219	3.605	5.591	9.210
3	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	11.341
4	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	13.277
5	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	15.086
6	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	16.812
7	6.346	8.383	9.803	12.017	14.017	18.475
8	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	20.090
9	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	21.666
10	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	23.209

Sumber: Triatmodjo Bambang (2008)

### 2.2.9. Waktu Konsentrasi

Menurut Suripin, (2004), waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh. Berikut rumus yang sering digunakan untuk memperkirakan waktu konsentrasi yang dikembangkan oleh Kirpich (1940):

$$tc = \left[ \frac{0,87.L^2}{1000.s} \right]^{0,385} \quad (15)$$

dimana:

$tc$  : waktu konsentrasi (jam)

$L$  : panjang saluran (Km)

$s$  : kemiringan saluran

### 2.2.10. Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Analisis Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) adalah salah satu metode untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan hujan titik.

Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat, seperti hujan 5 menit, 10 menit, 15 menit sampai 120 menit atau lebih. Untuk itu diperlukan data hujan dari stasiun pencatat hujan otomatis. Menurut Triatmodjo (2008), Analisis IDF dapat dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan yang kecil, hujan deras dengan durasi singkat (intensitas hujan dengan durasi singkat adalah sangat tinggi) yang jatuh di berbagai titik pada seluruh daerah tangkapan hujan dapat terkonsentrasi di titik kontrol yang ditinjau dalam waktu yang bersamaan yang dapat menghasilkan debit puncak. Dalam memperhitungkan debit puncak diperlukan data intensitas hujan yaitu tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitas-nya cenderung makin besar dan makin tinggi periode ulang-nya makin tinggi pula intensitas-nya. (Suripin, 2004). Mononobe mengusulkan persamaan berikut untuk menurunkan kurva IDF sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (16)$$

dengan:

$I_t$  : Intensitas curah hujan untuk lama hujan  $t$  (mm/jam)

$t$  : Lamanya curah hujan (jam)

$R_{24}$ : Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

### 2.2.11. Metode Rasional

Metode ini adalah untuk menentukan laju aliran permukaan puncak. Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil yaitu kurang dari 300 ha (Suripin, 2004), sedangkan menurut standar PU digunakan dengan DAS yang berukuran < 5000 ha (Lily Montarcih, 2010).

Menurut Soewarno (2000) metode rasional dapat dipandang sebagai salah satu cara praktis dan mudah. Selain itu, penerapannya di Indonesia masih memberikan peluang untuk dikembangkan. Metode ini cocok dengan Indonesia yang beriklim tropis. Menurut Triatmodjo (2008) beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan adalah intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi dan tampungan permukaan) dan konsentrasi aliran. Persamaan Metode Rasional dapat ditulis dalam bentuk:

$$Q = 0,2778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (17)$$

dimana:

$Q$  : laju aliran permukaan (debit) puncak ( $m^3/s$ ),

$I$  : intensitas hujan (mm/jam),

$A$  : luas DAS ( $km^2$ ),

$C$  ; koefisien aliran permukaan ( $0 \leq C \leq 1$ ).

Beberapa prasyarat dasar dalam menggunakan metode rasional meliputi:

- a. Curah hujan memiliki intensitas yang konstan selama periode waktu tertentu, setidaknya selama waktu konsentrasi.
- b. Limpasan langsung mencapai nilai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas konstan sama dengan waktu konsentrasi.
- c. Koefisien limpasan dianggap tetap selama durasi hujan.
- d. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) dianggap konstan selama durasi hujan.

#### **2.2.12. Debit Air Kotor ( $Q_{ak}$ )**

Debit air kotor merupakan aliran yang berasal dari sumber air kotor seperti limbah rumah tangga, bangunan gedung, sistem instalasi, dan sebagainya. Untuk mengestimasi jumlah air kotor yang akan mengalir ke dalam saluran drainase, penting untuk mengetahui jumlah kebutuhan air rata-rata dan populasi di daerah perencanaan (Ruslin

dkk., 2014). Pertumbuhan populasi dapat diperkirakan menggunakan metode eksponensial (Badan Pusat Statistik, 2010). Model matematika eksponensial dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_n = P_0 \times e^{r \cdot t} \quad (18)$$

Dimana:

$P_n$  : Jumlah penduduk tahun ke-n

$P_0$  : Jumlah penduduk pada awal tahun

$e$  : 2.7182818 (Bilangan eksponensial)

$r$  : Angka pertumbuhan penduduk

$t$  : Periode waktu dalam tahun

Berdasarkan estimasi, diperkirakan bahwa jumlah air buangan yang masuk ke saluran pengumpul adalah sebesar 70% dari kebutuhan air bersih (Suhardjono, 1984). Debit air kotor yang dibuang per kilometer persegi dapat dihitung menggunakan Persamaan 19.

$$Q = \frac{(P_n \times Q_{keb} \times 70\%)}{A} \quad (19)$$

Dimana:

$Q$  : Debit air kotor (lt/dt/km<sup>2</sup>)

$P_n$  : Jumlah penduduk tahun ke n

$Q_{keb}$  : Kebutuhan air bersih (lt/hari/orang)

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

### 2.2.13. Debit Banjir Rancangan ( $Q_r$ )

Debit banjir rancangan merujuk pada debit banjir maksimum dari sungai atau saluran yang ditentukan berdasarkan periode ulang tertentu. Debit banjir rencana digunakan sebagai dasar dalam perencanaan bangunan air untuk memastikan bahwa struktur yang direncanakan mampu menampung volume banjir yang mungkin terjadi selama periode ulang yang telah ditentukan (Suadnya, 2017). Debit banjir rancangan ( $Q_r$ ) dihitung dengan menjumlahkan debit air

hujan ( $Q_{ah}$ ) dan debit aliran permukaan ( $Q_{ak}$ ). Berikut adalah rumus untuk menghitung debit banjir rancangan:

$$Q_{total} = Q_{ah} + Q_{ak} \quad (20)$$

Dimana:

$Q_r$  : Debit banjir rancangan ( $m^3/detik$ )

$Q_{ah}$  : Debit air hujan ( $m^3/detik$ )

$Q_{ak}$  : Debit air kotor ( $m^3/detik$ )

### 2.3. Hidrolika

Hidrolika adalah bagian dari hidro mekanika (*hydro mechanics*) yang berhubungan dengan gerak air atau mekanika aliran. Analisis hidrolika mencakup hukum ketetapan massa, hukum ketetapan energi dan hukum ketetapan momentum yang selanjutnya akan dinyatakan dalam persamaan kontinuitas, persamaan energi dan persamaan momentum.

Ditinjau dari mekanika aliran, terdapat dua macam aliran yaitu aliran saluran terbuka dan aliran saluran tertutup. Dua macam aliran tersebut dalam banyak hal mempunyai banyak kesamaan tetapi berbeda dalam satu ketentuan penting yaitu adanya permukaan air bebas di sepanjang penampang aliran pada salah satu tipe aliran tersebut. Pada aliran saluran terbuka, terdapat permukaan air bebas yang berhubungan dengan atmosfer sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak ada karena air mengisi semua penampang saluran. Sebagai contoh aliran saluran terbuka adalah pada aliran sungai alami sedangkan untuk aliran saluran tertutup terdapat pada aliran air yang memenuhi pipa.

Analisis hidrolika saluran terbuka dilakukan berdasarkan pada persamaan *manning*. Menurut Suripin (2004), persamaan yang digunakan untuk menganalisis kapasitas tampung drainase dapat dilihat pada persamaan 21. Rumus mencari luas penampang saluran dapat dilihat pada persamaan 22. Mencari keliling basah saluran pada persamaan 23. Mencari jari-jari hidrolik

pada persamaan 24. Mencari tinggi jagaan pada persamaan 25. Mencari debit control pada persamaan 26.

$$Qt = As \cdot v \quad (21)$$

$$As = Qtv \quad (22)$$

$$Ps = B + 2H \quad (23)$$

$$R = \frac{As}{Ps} \quad (24)$$

$$F = 20\% H \quad (25)$$

$$Qs = As \cdot v \quad (26)$$

Keterangan:

Qt : debit rencana (m<sup>3</sup>/ detik)

v : Kecepatan Aliran di dalam saluran (m/detik)

Qs: debit control (m<sup>3</sup> / detik)

As: luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

H : tinggi saluran (m)

B : lebar saluran (m)

Ps : keliling basah saluran (m)

Rs: jari-jari hidrolik (m)

F : tinggi jagaan (m)

Untuk mencari kecepatan aliran dapat menggunakan persamaan manning, dimana persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan 27 dan rumus kemiringan dasar saluran pada persamaan 28. Koefisien kekasaran *manning* disajikan dalam tabel 8.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S_0^{1/2} \quad (27)$$

Dimana:

v : kecepatan aliran (m/detik)

- R : jari-jari hidraulis =  $A/P$  (m)  
P : panjang penampang basah (m)  
n : koefisien kekasaran Manning  
 $S_0$  : Kemiringan dasar saluran

Tabel 8. Nilai Koefisien Kekasaran *Manning*

Tipe Saluran	Kondisi			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
<b>Saluran Buatan</b>				
1. Saluran tanah, lurus beraturan.	0.017	0.020	0.023	0.023
2. Saluran tanah, dibuat dengan excavator	0.023	0.028	0.030	0.040
3. Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0.020	0.030	0.033	0.035
4. Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0.035	0.040	0.045	0.045
5. Saluran buatan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0.025	0.030	0.035	0.040
6. Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0.028	0.030	0.033	0.035
7. Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran	0.020	0.025	0.028	0.030
<b>Saluran Alam</b>				
8. Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0.025	0.028	0.030	0.033
9. Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang, ada timbunan atau krikil	0.030	0.033	0.035	0.040
10. Melengkung. Bersih, berlubang dan berdinding pasir.	0.033	0.035	0.040	0.045
11. Melengkung. Bersih, berlubang dan berdinding pasir, dangkal, tidak teratur.	0.040	0.045	0.050	0.055
12. Melengkung. Bersih, berlubang dan berdinding pasir, berbatu dan tumbuh-tumbuhan.	0.035	0.040	0.045	0.050
13. Melengkung. Bersih, berlubang dan berdinding pasir, dangkal, tidak teratur, sebagian berbatu.	0.045	0.050	0.055	0.060
14. Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang.	0.050	0.050	0.070	0.080
15. Banyak tumbuh-tumbuhan	0.075	0.100	0.125	0.150
<b>Saluran buatan, beton atau batu kali</b>				
16. Saluran pemasangan batu, tanpa penyelesaian.	0.025	0.030	0.033	0.035
17. Saluran pemasangan batu, dengan penyelesaian.	0.017	0.020	0.025	0.030
18. Saluran beton	0.014	0.015	0.019	0.021
19. Saluran beton halus dan rata	0.010	0.011	0.012	0.013
20. Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
21. Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

Sumber: SNI 03-3424-1994.

$$S_0 = \frac{\Delta t}{L} = \frac{t_2 - t_1}{L} \quad (28)$$

Dimana:

$\Delta t$  : Perbedaan ketinggian dasar saluran antara hilir dan hulu drainase (m)

L : Panjang saluran (m).

#### 2.4. Program HEC-RAS

HEC-RAS adalah program komputer yang memodelkan aliran air yang melalui sungai alami maupun saluran lainnya. Program HEC-RAS adalah program satu dimensi yang berarti bahwa dalam pemodelan tidak ada efek langsung dalam perubahan bentuk penampang, belokan saluran, maupun aspek dua dimensi atau tiga dimensi saluran yang lain. Program ini dikembangkan oleh Departemen Pertahanan AS, *Army Corps of Engineers* untuk mengelola sungai, pelabuhan dan pekerjaan umum lain di bawah yurisdiksi mereka. Program ini telah diterima secara luas oleh banyak orang sejak dirilis ke publik pada tahun 1995.

Menurut Sitepu (2010) HEC-RAS adalah suatu sistem *software* gabungan yang dirancang untuk penggunaan yang interaktif di lingkungan pemakainya. Sistem ini terdiri atas *Grafikal User Interface* (GUI), komponen-komponen analisis hidrolik, kemampuan penyimpanan data, manajemen dan grafik. Pada dasarnya, HEC-RAS berisi tiga komponen analisis hidrolik satu dimensi, yaitu:

1. Perhitungan profil permukaan air aliran permanen (*steady flow*)
2. Simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow*)
3. Perhitungan *Sediment Transport*.

Hitungan hidrolika aliran pada dasarnya adalah mencari kedalaman dan kecepatan aliran di sepanjang alur yang ditimbulkan oleh debit yang masuk ke dalam aliran di batas hilir. Hitungan hidrolika aliran di dalam HEC-RAS dilakukan dengan membagi aliran ke dalam dua kategori yaitu aliran permanen dan aliran tak permanen.

Untuk aliran permanen (*steady flow analisis*), HEC-RAS memakai persamaan energi kecuali di tempat yang kedalaman alirannya melewati kedalaman kritis. Di tempat terjadinya loncat air, pertemuan alur dan air dangkal melalui jembatan, HEC-RAS memakai persamaan kekekalan momentum. Di tempat terjadi terjunan, aliran peluap dan aliran melalui bendung, HEC-RAS memakai persamaan empiris.

Untuk aliran tak permanen (*unsteady flow analisis*), HEC-RAS memakai persamaan kekekalan massa dan persamaan momentum. Kedua persamaan dituliskan dalam bentuk persamaan diferensial parsial, kemudian diselesaikan dengan metode pendekatan beda hingga (*finite difference approximation*).

Adapun langkah-langkah dalam menjalankan program ini secara umum dapat dibagi menjadi tiga, yaitu menggambar penampang saluran, memasukkan data hidrologi dan memasukkan data hidrolika. Masukan (*input*) data hidrologi untuk program HEC-RAS adalah data debit, dalam hal ini adalah data debit rancangan yang didapatkan dari perhitungan berdasarkan data hujan.

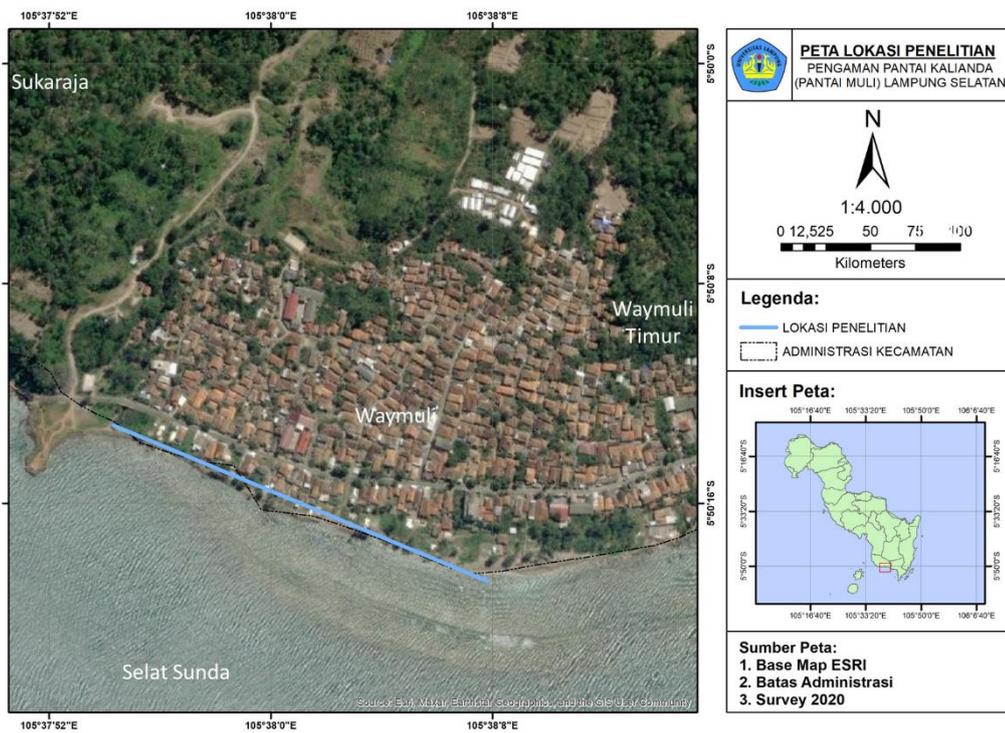
Sedangkan untuk data hidrolika-nya adalah jenis aliran (*steady* atau *unsteady*), Geometri saluran yang terdiri dari alur, tampang panjang dan lintang, kekasaran dasar (koefisien manning), serta kehilangan energi di tempat perubahan saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi). HEC-RAS juga membutuhkan geometri struktur hidrolik yang ada di sepanjang saluran misalnya jembatan, pintu air, bendung, peluap dan sejenisnya.

HEC-RAS menampilkan hasil hitungan dalam bentuk tabel dan grafik. Presentasi dalam bentuk grafik dipakai untuk menampilkan tampang lintang dari suatu *River Reach* tampang panjang (profil muka air sepanjang alur), kurva ukur debit, gambar perspektif alur atau hidrograf untuk perhitungan aliran tak permanen. Presentasi dalam bentuk tabel dipakai untuk menampilkan hasil rinci berupa angka variabel di lokasi atau titik tertentu atau laporan ringkas proses hitungan seperti kesalahan dan peringatan.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

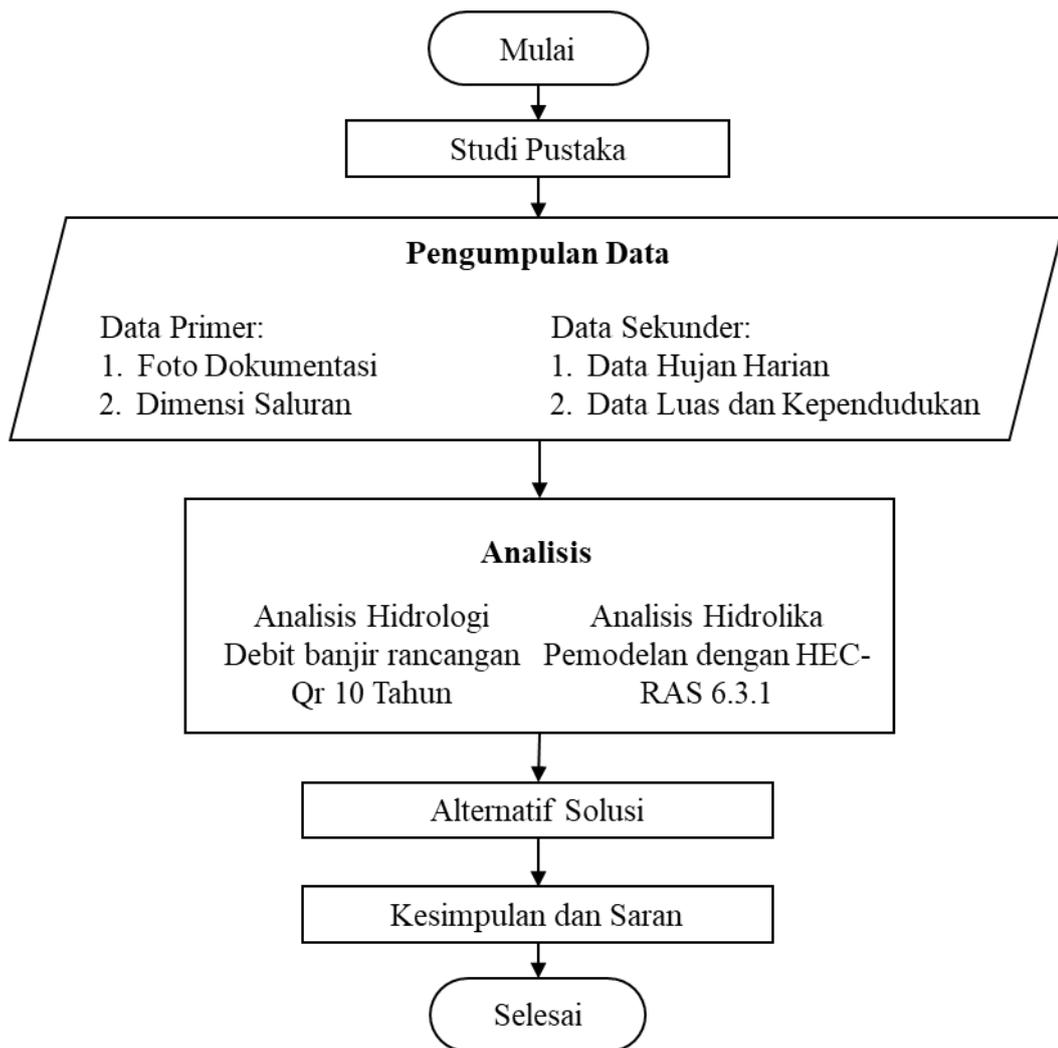
Lokasi Penelitian ini adalah di saluran drainase Pengaman Pantai Kalianda (Pantai Muli) Kabupaten Lampung Selatan yang berlokasi di Jl. Pesisir, Desa Way Muli, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35552. Lihat Gambar 3.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian.

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat kerangka penelitian dari awal dilakukannya penelitian sampai akhir penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.

### 3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu:

1. Laptop

2. Software untuk melakukan analisis hidrologi (Microsoft Excel) dan analisis hidrolika dan Software HEC-RAS versi 6.3.1.
3. Google Earth Pro untuk pembuatan peta.

### **3.4. Data-data Penelitian**

#### **3.4.1. Data Primer**

Data Primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya. Data primer diperoleh melalui metode berikut:

a. Foto Dokumentasi

Teknik dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data dengan merekam informasi atau catatan yang diperlukan menggunakan peralatan elektronik seperti kamera, perekam suara, dan sejenisnya.

b. Dimensi Saluran

Pengukuran langsung dilakukan untuk mengetahui ukuran drainase eksisting di daerah Way Muli.

#### **3.4.2. Data sekunder**

Data Sekunder merujuk pada data yang diperoleh secara tidak langsung. Berikut adalah data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini beserta sumbernya:

a. Data Hujan Harian

Data hujan yang dipergunakan adalah data hujan periode tahun 2011 sampai tahun 2020. Data yang digunakan berasal dari stasiun curah hujan terdekat, yaitu pada stasiun PH-03 Penengahan.

b. Data Luas dan Kependudukan

Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022. Data ini digunakan untuk menghitung pertumbuhan penduduk pada daerah tersebut.

### 3.5. Metode Pengolahan Data

Setelah data primer dan data sekunder terkumpul, langkah-langkah pengolahan data dalam penelitian ini meliputi tahapan berikut:

#### 1. Analisis Hidrologi

##### a. Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi dengan metode Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson III. Selanjutnya, melakukan uji kecocokan dengan metode chi kuadrat dan melakukan pemilihan distribusi yang sesuai.

##### b. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu konsentrasi yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Kirpich (1940) dalam persamaan 15. Kemudian menghitung intensitas hujan menggunakan rumus pada Persamaan 16.

##### c. Catchment Area dan Koefisien Aliran Permukaan (C)

Melakukan penentuan daerah layan (*catchment area*) berdasarkan pada topografi daerah sekitar drainase yang ditinjau serta penentuan koefisien aliran permukaan pada Tabel 1.

##### d. Debit Banjir Rancangan (Q<sub>r</sub>)

Perhitungan debit air hujan (Q<sub>ah</sub>) menggunakan rumus rasional pada persamaan 17, serta perhitungan debit air kotor (Q<sub>ak</sub>) dengan persamaan 19. Sehingga, didapat debit banjir rancangan (Q<sub>r</sub>) pada persamaan 20 yaitu dengan menjumlahkan debit air hujan (Q<sub>ah</sub>) dengan debit air kotor (Q<sub>ak</sub>).

#### 2. Analisis Hidrolika

##### a. Pengaturan Awal Program

Penyimpanan *file Project*, pengaturan koefisien kontraksi dan ekspansi, dan pengaturan sistem satuan (Satuan Internasional).

##### b. Pembuatan *File Project*

Membuat *project* baru untuk pemodelan HEC-RAS.

##### c. Peniruan Geometri Saluran

Alur saluran, tampang lintang, interpolasi tampang lintang, dan penyimpanan data geometri.

d. Syarat Batas Eksisting Hidrolika

Pengisian besaran debit di batas hulu dengan debit coba-coba, penyimpanan data aliran permanen.

e. Hitungan Hidrolika

Pembuatan file plan baru, dan penghitungan aliran permanen (*Steady flow*).

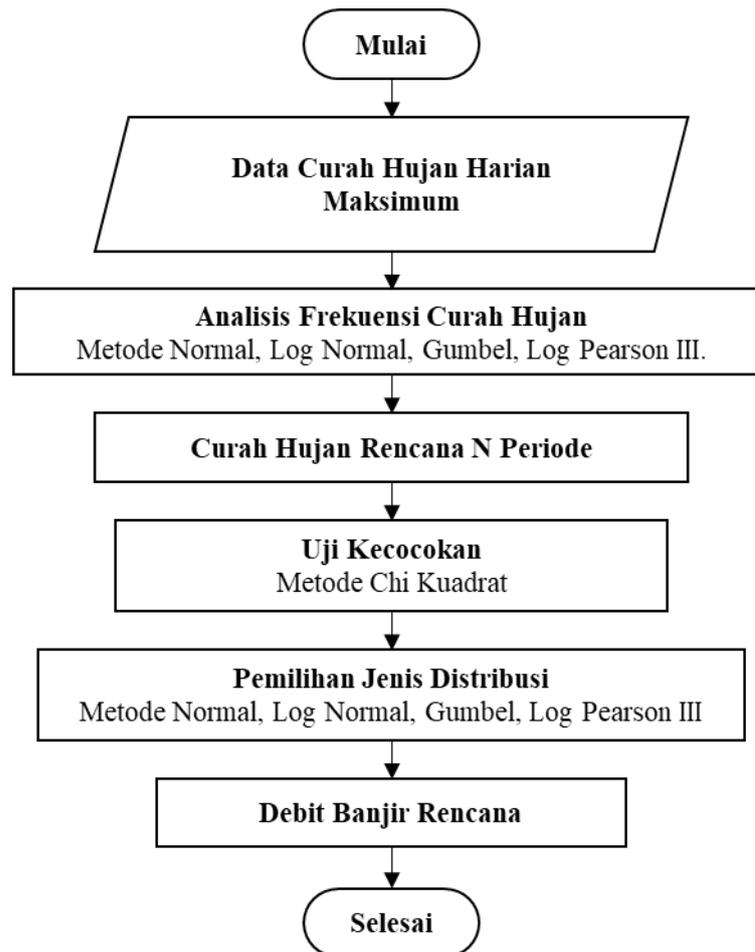
f. Presentasi Hasil Hitungan

Hasil hitungan di sebuah tampang lintang, profil muka air di sepanjang alur, profil variabel aliran di sepanjang alur, dan hitungan dalam bentuk tabel.

3. Solusi

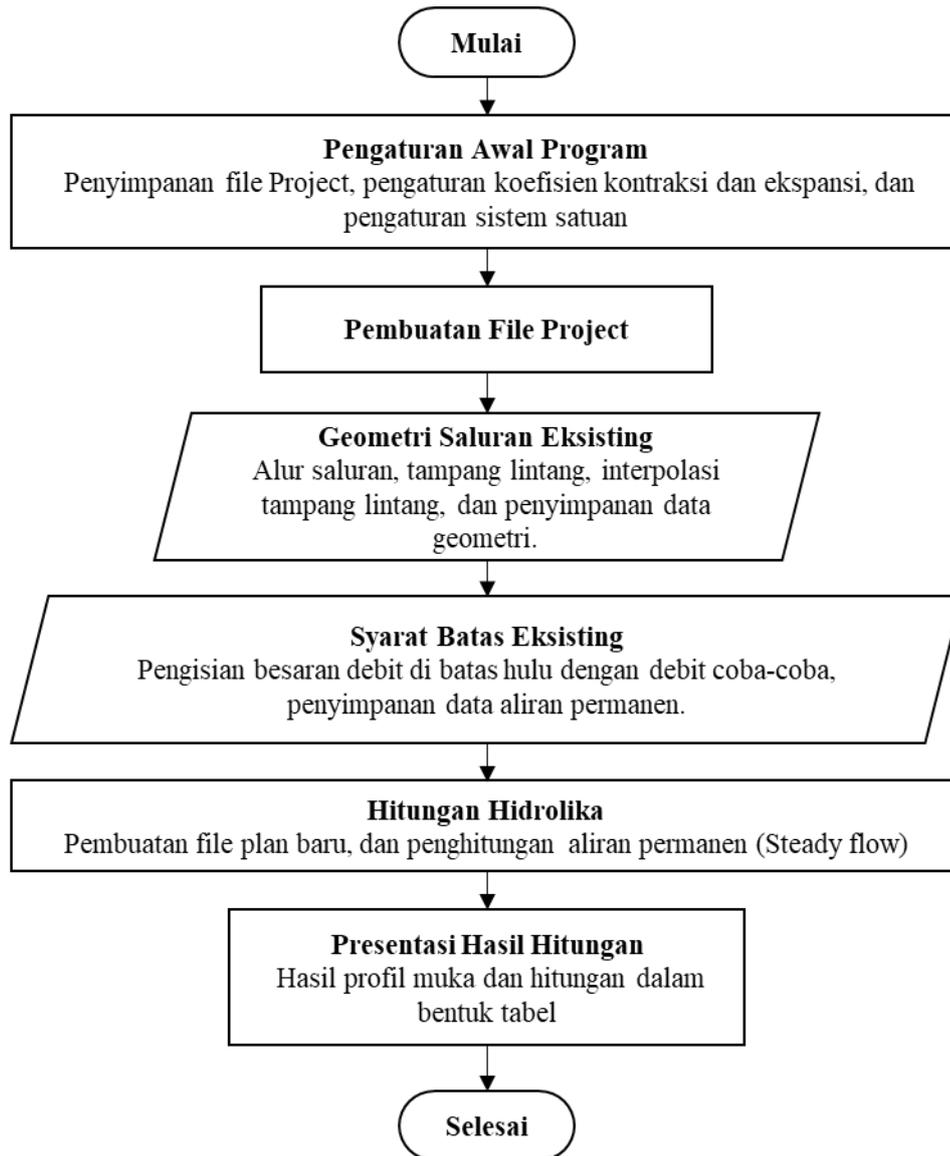
Pemberian solusi alternatif dalam upaya pencegahan banjir di daerah tersebut.

Secara umum langkah-langkah pada analisis hidrologi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahapan dalam analisis hidrologi.

Secara umum langkah-langkah pada analisis hidrolika dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan dalam analisis hidrolika.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Setelah dilakukannya penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian analisis sistem drainase di Pengaman Pantai Way Muli, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan secara matematis dan simulasi menggunakan HEC-RAS didapatkan kapasitas saluran 1, 2, 3 dan 4 berturut turut sebesar  $0.3749 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0.6066 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $0.6019 \text{ m}^3/\text{s}$  dan  $0.6314 \text{ m}^3/\text{s}$ .
2. Berdasarkan perhitungan hidrologi yang telah dilakukan didapatkan debit rencana yang terjadi melebihi kapasitas saluran yang ada, sehingga timbul masalah banjir pada daerah tersebut.
3. Berdasarkan hasil dari analisis hidrologi dan hidrolika terdapat tiga solusi sebagai alternatif yang dapat diberikan. Dari ketiga alternatif tersebut didapatkan penilaian secara objektif, sehingga direkomendasikan untuk pembuatan kolam retensi multifungsi dalam mengatasi masalah banjir pada daerah tersebut.

### **5.2. Saran**

Setelah melihat hasil analisis terhadap permasalahan saluran drainase di daerah tersebut, terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi pemerintah, penting untuk mengambil tindakan lanjutan terkait masalah yang diidentifikasi, dengan mempertimbangkan rekomendasi yang telah disajikan. Langkah-langkah perbaikan seperti perbaikan atau pemeliharaan saluran drainase, pengendalian erosi, dan peningkatan

kapasitas saluran dapat membantu mengatasi permasalahan banjir dan mengoptimalkan fungsi saluran.

2. Bagi masyarakat, penting untuk meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga saluran drainase. Masyarakat perlu menghindari membuang sampah ke dalam saluran, karena sampah dapat menyebabkan penyumbatan dan mengganggu aliran air. Dengan menjaga saluran drainase yang bersih, kita dapat membantu saluran berfungsi dengan baik dan mengurangi risiko banjir.
3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap permasalahan yang terjadi pada saluran drainase tersebut. Penelitian lebih lanjut dapat mengarah pada penemuan solusi yang lebih baik. Terdapat potensi untuk mengembangkan penelitian dalam bidang penerapan drainase berwawasan lingkungan, yang mengintegrasikan aspek lingkungan dan keberlanjutan dalam perencanaan dan pengelolaan saluran drainase.

Dengan mengimplementasikan saran-saran ini, diharapkan masalah saluran drainase di Pengaman Pantai Way Muli dapat diatasi dengan lebih efektif dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUTAKA

- Arafat, Y. 2008. *Reduksi Beban Aliran Drainase Permukaan Menggunakan Sumur Resapan*. Palu : SMARTek.
- Ayu, W.N.L.S., Umam, K. & Hidayati, N. 2022. Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai (Breakwater) TPI Ujung Batu Jepara. *Jurnal Civil Engineering Study* vol.2, no.1, Maret2022
- Fajra, M., Hotter, R. & Sunanda, H. 2018. Analisis Dimensi Saluran Drainase Pada Kota Painan. *Journal of Applied Engineering Scienties*, 1(2), 064-075.
- Giovan, H., Tangkudung, P.H., Kawet, L. & Wuisan, E.M. 2013. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi*. *Jurnal Sipil Statik*, vol.1, no.3, 164-170.
- Harjono, H. & Widhiastuti, Y. 2019. Analisa Hidrologi dan Hidrolika Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Pacal Bojonegoro. *Rekayasa Sipil*, 13(1): 16–23.
- Harto, S. 1993. *Mengenal Dasar-dasar Hidrologi Terapan, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada*, Yogyakarta.
- Herfiansyah, A., Fatimah, E. & Azmeri, A. 2020. Tinjauan Aspek Fisik Dan Non Fisik Sistem Drainase Zona 5 Kota Banda Aceh. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 3(1): 1–9.
- Istiarito 2014. *Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Jifa, A.N., Susanawati, L.D. & Haji, A.T.S. 2019. Evaluasi Saluran Drainase di Jalan Gajayana dan Jalan Sumbersari Kota Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(1): 9–17.
- Kirpich, T.P. 1940. *Time of Concentration of Small Agricultural Watersheed*. *Civil Engineering*. 10(6), 362.
- Montarcih, Lily. 2010. *Hidrologi Praktis*. Malang: CV Citra.
- Pradiko, H., Arwin, Soewondo, P. & Suryadi, Y. 2015. The change of hydrological regime in upper Cikapundung Watershed, West Java Indonesia. *Procedia Engineering*. Elsevier Ltd, hlm.229–235.

- Rosyidie, A. 2013. Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 24(3), 241–249.
- Ruslin A., Suroso, Dewa H.W., 2014. Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Saluran Drainase Pada Kawasan Perumahan Sawojajar Kecamatan Kedungkandang Kota Malang. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 1.
- Sangsefidi, Y., Bagheri, K., Davani, H. & Merrifield, M. 2023. Data analysis and integrated modeling of compound flooding impacts on coastal drainage infrastructure under a changing climate. *Journal of Hydrology*, 616.
- Setyani, R.E. & Saputra, R. 2016. Flood-prone Areas Mapping at Semarang City by Using Simple Additive Weighting Method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 227: 378–386.
- Silvia, C.S. 2017. Pahlawan Berdasarkan Persepsi Masyarakat (Studi Kasus Gampong Kuta Padang Kabupaten Aceh Barat). 3(2): 34–43.
- Soewarno. (2000). *Hidrologi Operasional*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Sosrodarsono, S. & Kensaku, T. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suadnya, D. P., Sumarauw, J. S., & Mananoma, T. 2017. Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario Di Titik Kawasan Citraland. *Jurnal Sipil Statik*, 5(3).
- Suhardjono, 1984, *Drainasi*, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Suripin 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tamiru, H. & Dinka, M.O. 2021. Application of ANN and HEC-RAS model for flood inundation mapping in lower Baro Akobo River Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 36.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo B. 2010. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli 2008. *Drainase Perkotaan*. Pertama ed. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Widodo & Ningrum 2015. Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Permukiman Soekarno Hatta Kota Malang dan Penanganannya. *Jurnal Ilmu-ilmu Teknik*. 1(3): 1 – 9.
- Yansyah, R.A., Kusumastuti, D.I. & Tugiono, S. 2015. Analisa Hidrologi Dan Hidrolika Saluran Drainase Box Culvert Di Jalan Antasari Bandar Lampung Menggunakan Program HEC-RAS.