

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE
DI JL. KARTINI KECAMATAN TANJUNG KARANG PUSAT
KOTA BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**SUGENG HARIS MAULANA
1715011038**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE
DI JL. KARTINI KECAMATAN TANJUNG KARANG PUSAT
KOTA BANDAR LAMPUNG**

Oleh

**SUGENG HARIS MAULANA
1715011038**

Skripsi

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

Pada

**Program Studi S1 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI JL. KARTINI KECAMATAN TANJUNG KARANG PUSAT KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

SUGENG HARIS MAULANA

Kota Bandar Lampung yang lumayan rutin diterpa bencana banjir yaitu di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, tepatnya di ruas Jl. Wolter Monginsidi hingga Jl. Kartini. Selain disebabkan curah hujan yang tinggi, penyebab lainnya yaitu kondisi jalan yang melengkung dan kinerja saluran drainase yang kurang maksimal untuk menampung debit air sebelum membawanya ke sungai Way Awi yang berada di jalan tersebut. Opsi yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko terjadinya banjir dikemudian hari yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap saluran drainase yang berada di jalan tersebut, dengan memperhitungkan kembali kapasitas saluran drainase agar mampu menampung debit banjir yang melaluinya.

Debit rencana dihitung menggunakan analisis hidrologi dengan metode rasional berdasarkan data curah hujan maksimum 10 tahun terakhir. Untuk menghitung kapasitas debit digunakan analisis hidrolika dengan rumus *Manning*.

Hasil analisis menunjukkan kapasitas debit eksisting pada sebagian besar segmen saluran drainase masih mampu menampung debit rencana dengan intensitas hujan kala ulang 5 tahun, sehingga tidak perlu dilakukan peningkatan dimensi, kecuali pada segmen 4 yang perlu ditingkatkan dimensi kedalaman maupun kelebarannya, dikarenakan kapasitas drainase eksisting (Q_s) 0,700 m³/s lebih kecil daripada debit rencana (Q_r) 1,238 m³/s. Kondisi tersebut mengharuskan perlunya peningkatan dimensi saluran drainase agar dapat menampung debit yang melaluinya.

Kata kunci: drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika, banjir.

ABSTRACT

***EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL CAPACITY
ON KARTINI ROAD TANJUNG KARANG PUSAT DISTRICT OF
BANDAR LAMPUNG CITY***

By

SUGENG HARIS MAULANA

Bandar Lampung City area which is quite routinely hit by floods is in Tanjung Karang Pusat District, to be precise on the Jl. Wolter Monginsidi to Jl. Kartini. Apart from the high rainfall, other causes are the curved road conditions and the performance of the drainage channel which is not optimal enough to accommodate the water discharge before bringing it to the Way Awi river which is on the road. The option that can be taken to reduce the risk of flooding in the future is to evaluate the drainage channels on the road, taking into account the capacity of the drainage channels so that they are able to accommodate the flood discharge through them. Design discharge is calculated using hydrological analysis with a rational method based on maximum rainfall data for the last 10 years. To calculate the discharge capacity, hydraulic analysis is used with the Manning formula.

The results of the analysis show that the existing discharge capacity in most of the drainage channel segments is still able to accommodate the planned discharge with a 5-year return period of rain, so there is no need to increase the dimensions, except for segment 4 which needs to increase the depth and width dimensions, due to the existing drainage capacity (Q_s) 0.700 m³/s which is smaller than the design discharge (Q_r) of 1.238 m³/s. These conditions require the need to increase the dimensions of the drainage channel in order to accommodate the discharge through it.

Keywords: drainage, hydrological analysis, hydraulic analysis, flooding.

Judul Skripsi : **EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DI JL. KARTINI KECAMATAN TANJUNG KARANG PUSAT KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Sugeng Haris Maulana**

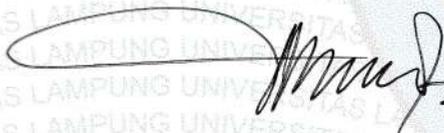
Nomor Pokok Mahasiswa : 1715011038

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



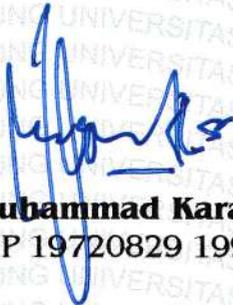
20/9/23

Dra. Sumiharni, S.T., M.T.
NIP 19570606 198603 2 001



Dr. Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.
NIP 19700724 200003 1 002

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



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

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dra. Sumiharni, S.T., M.T.**

Sekretaris : **Dr. Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Mariyanto, M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **07 September 2023**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Sugeng Haris Maulana**

NPM : 1715011038

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul : Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jl. Kartini Kecamatan
Tanjung Karang Pusat Kota Bandar Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah ditetapkan. Ide penelitian diperoleh dari Pembimbing I, dan oleh karena itu data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Ibu Dra. Sumiharni, S.T., M.T.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 07 September 2023
Pembuat Pernyataan,



Sugeng Haris Maulana

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sidodadi pada tanggal 28 Juli 1999. Penulis adalah anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Hambali dan Ibu Maryati.

Jenjang pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu Sekolah Dasar di SD Negeri Sidoasih diselesaikan pada tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Ketapang diselesaikan pada tahun 2014, dan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 1 Ketapang diselesaikan pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur SBMPTN.

Sejak tahun 2018 sampai 2019, penulis tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Media Informasi. Pada periode yang sama yaitu tahun 2018 sampai 2019, penulis tercatat sebagai anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama Universitas Lampung sebagai anggota Departemen Informasi dan Komunikasi. Kemudian pada tahun 2020 penulis tercatat sebagai Kepala Departemen Informasi dan Komunikasi Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama Universitas Lampung. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata di Desa Tulung Balak, Kecamatan Batanghari Nuban, Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari pada periode I, 2 Januari – 9 Februari 2020. Dalam pengaplikasian ilmu di bidang Teknik Sipil, penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik di PT. Hakima Inti Perkasa pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Kecamatan Way Halim, Bandar Lampung selama 120 hari.

Selama masa perkuliahan, penulis pernah diangkat menjadi Asisten Mekanika Fluida dan Hidrolika untuk jurusan Teknik Sipil di Universitas Lampung, Institut Teknologi Sumatera, Universitas Teknokrat Indonesia, Universitas Malahayati dan Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai periode tahun ajaran 2019/2020, 2020/2021, dan 2021/2022. Penulis pernah menjadi Finalis dalam Lomba Kuat Tekan Beton pada rangkaian acara ECIVE 2019 yang diselenggarakan oleh Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2019 di kota Malang.

Selanjutnya, penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada tahun 2023, dengan judul skripsi Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jl. Kartini Kecamatan Tanjung Karang Pusat Kota Bandar Lampung.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Aku persembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orang tuaku, Ayah dan Ibu serta Kakakku yang selalu memberi dukungan moril maupun materi serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan.

Semoga keluarga kita selalu dalam lindungan Allah SWT.

Saudara-saudaraku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Teman-temanku, Sahabat-sahabatku, serta Rekan seperjuangan Teknik sipil angkatan 2017 yang selalu menemani dalam suka maupun duka serta selalu memberikan dukungan agar skripsi ini berjalan dengan baik.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Ra’d: 11)

Setiap pemuda memiliki potensi untuk berkembang menjadi lebih baik. Aku yakin akan momen pencerahan yang akan di alami oleh para pemuda sehingga membuat hidupnya lebih baik, dengan catatan harus rajin dan konsisten melakukan yang ingin diperjuangkan.

(Anonymous)

Lakukanlah 1 hal secara rutin untuk kurun waktu yang lama, dan jadilah ahli pada 1 hal tersebut.

(Anonymous)

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepadat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase di Jl. Kartini Kecamatan Tanjung Karang Pusat Kota Bandar Lampung”. Pada penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil.
4. Ibu Dra. Sumiharni, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I, atas pemberian judul serta kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran serta bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Ir. Mariyanto, M.T., selaku dosen penguji atas kesempatannya untuk menguji sekaligus memberi bimbingan kepada penulis dalam Seminar Skripsi.
7. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku dosen Pembimbing Akademik.

8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu dan wawasan yang telah diberikan selama perkuliahan.
9. Indra, Adit, Tiyan, Ranto, Mas Egi yang selalu menemani, memberikan semangat, dan dukungan tidak hanya dalam proses penyelesaian skripsi ini, tapi juga selama masa perkuliahan di Universitas Lampung.
10. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan dan semangat, serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat Penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 07 September 2023

Penulis

Sugeng Haris Maulana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Drainase	5
2.2. Banjir	9
2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	11
2.4. Tataguna Lahan	12
2.5. Analisis Hidrologi	14
2.6. Analisis Hujan	15
2.7. Analisis Hidrolika.....	25
III. METODE PENELITIAN	30
3.1. Lokasi Penelitian	30
3.2. Data yang Digunakan	30
3.3. Alat yang Digunakan	31
3.4. Prosedur Penelitian	31
3.5. Bagan Alir Penelitian	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Analisis Hidrologi	34
4.2. Analisis Saluran Drainase Eksisting.....	47
4.3. Analisis Hidrolika.....	56
4.4. Analisis Kapasitas Saluran Drainase	63

V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Sistem gabungan.	7
Gambar 2. Sistem terpisah.	8
Gambar 3. Skema non-pipa.	9
Gambar 4. Ilustrasi penentuan kemiringan saluran eksisting.....	29
Gambar 5. Peta lokasi penelitian.....	30
Gambar 6. Bagan alir penelitian.....	33
Gambar 7. Peta lokasi stasiun hujan.	35
Gambar 8. Grafik data probabilitas Log Pearson III.....	40
Gambar 9. Ilustrasi pembagian daerah tangkapan.	44
Gambar 10. Ilustrasi pembagian daerah tangkapan setiap segmen.....	45
Gambar 11. Daerah tangkapan dan saluran drainase JL. Wolter Monginsidi – JL. Kartini.	47
Gambar 12. Detail saluran drainase JL. Wolter Monginsidi – JL. Kartini.	48
Gambar 13. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 1.....	49
Gambar 14. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 2.....	49
Gambar 15. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 3.....	49
Gambar 16. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 4.....	50
Gambar 17. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 5.....	50
Gambar 18. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 6.....	50
Gambar 19. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 7.....	51
Gambar 20. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 1.....	51
Gambar 21. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 2.....	51
Gambar 22. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 3.....	52
Gambar 23. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 4.....	52
Gambar 24. Kondisi dan dimensi saluran eksisting segmen 5.....	52

Gambar 25. Desain debit saluran segmen 1.....	58
Gambar 26. Desain debit saluran segmen 2.....	58
Gambar 27. Desain debit saluran segmen 3.....	59
Gambar 28. Desain debit saluran segmen 4.....	59
Gambar 29. Desain debit saluran segmen 5.....	60
Gambar 30. Desain debit saluran segmen 6.....	60
Gambar 31. Desain debit saluran segmen 7.....	61
Gambar 32. Desain debit saluran segmen 1.....	61
Gambar 33. Desain debit saluran segmen 2.....	62
Gambar 34. Desain debit saluran segmen 3.....	62
Gambar 35. Desain debit saluran segmen 4.....	63
Gambar 36. Desain debit saluran segmen 5.....	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Kepadatan Penduduk Menurut Kelurahan di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, 2020	13
Tabel 2. Syarat metode berdasarkan pos hujan.....	16
Tabel 3. Syarat metode berdasarkan luas DAS	16
Tabel 4. Syarat metode berdasarkan topografi.....	16
Tabel 5. Parameter statistik memilih jenis distribusi	20
Tabel 6. Nilai Δk uji Smirnov – Kolmogorof.....	21
Tabel 7. Nilai Chi-Kuadrat kritik	22
Tabel 8. Nilai koefisien limpasan.....	24
Tabel 9. Angka kekasaran <i>Manning</i> (<i>n</i>).....	26
Tabel 10. Tinggi jagaan minimum untuk saluran tanah.....	29
Tabel 11. Stasiun hujan kota Bandar Lampung	35
Tabel 12. Data curah hujan harian maksimum tahunan.....	35
Tabel 13. Hujan rata-rata tahunan	36
Tabel 14. Perhitungan distribusi non-logaritmik	37
Tabel 15. Perhitungan distribusi logaritmik.....	38
Tabel 16. Data hujan dan probabilitas pada distribusi Log Pearson III.....	39
Tabel 17. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III.....	41
Tabel 18. Nilai KT untuk distribusi Log Pearson III (kemencengan negatif)	42
Tabel 19. Curah hujan rencana Metode Log Pearson III	42
Tabel 20. Intensitas curah hujan metode Mononobe	43
Tabel 21. Perhitungan $C_{\text{kombinasi}}$	44
Tabel 22. $C_{\text{kombinasi}}$ daerah tangkapan jalur kiri	44
Tabel 23. $C_{\text{kombinasi}}$ daerah tangkapan jalur kanan	45
Tabel 24. Debit rencana jalur kiri	46

Tabel 25. Debit rencana jalur kanan	46
Tabel 26. Kondisi eksisting saluran drainase jalur kiri	53
Tabel 27. Kondisi eksisting saluran drainase jalur kanan	53
Tabel 28. Debit eksisting saluran drainase jalur kiri.....	54
Tabel 29. Debit eksisting saluran drainase jalur kanan.....	54
Tabel 30. Perbandingan debit eksisting dan rencana di jalur kiri	55
Tabel 31. Perbandingan debit eksisting dan rencana di jalur kanan	55
Tabel 32. Perhitungan kapasitas saluran drainase jalur kiri.....	57
Tabel 33. Perhitungan kapasitas saluran drainase jalur kanan.....	57
Tabel 34. Perbandingan debit desain dan debit rencana di jalur kiri	64
Tabel 35. Perbandingan debit desain dan debit rencana di jalur kanan	64
Tabel 36. Perbandingan dimensi desain dengan eksisting di jalur kiri	65
Tabel 37. Perbandingan dimensi desain dengan eksisting di jalur kanan	65

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Curah hujan yang tidak menentu terjadi akhir-akhir ini memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap analisis dan perencanaan hidrologi seperti halnya kajian tentang Daerah Aliran Sungai dan perencanaan bangunan air. Proses perencanaan dan perhitungan desain bangunan air seperti: saluran drainase, bendungan, jembatan, dan bangunan air lainnya memerlukan analisis data primer menggunakan data curah hujan yang tersedia sebagai bagian utama perencanaan desain bangunan.

Pemanfaatan sumber daya alam pada Daerah Aliran Sungai DAS yang tidak memperhatikan kemampuan dan kelestarian lingkungan, akan terjadi kerusakan ekosistem dan tata guna air, (Sinukaban, 1995). Berdasarkan hal tersebut, penting untuk memilih teknologi yang berlandaskan kaidah-kaidah konservasi dalam membuat perencanaan pengelolaan DAS. Karakteristik DAS yang pengaruhnya dominan, meliputi struktur batuan dan geologi, morfometri DAS (bentuk dan luas), tanah, vegetasi dan tata lahan (Sosrodarsono dan Takeda, 1987).

Bencana alam yang sering terjadi akibat pengelolaan DAS yang buruk dan curah hujan yang tak menentu adalah banjir. Di wilayah perkotaan ada beberapa faktor penyebab banjir. Faktor pertama yaitu kapasitas saluran drainase yang tidak mampu menampung debit curah hujan yang tinggi. Kedua yaitu perilaku manusia meliputi kegiatan pembangunan infrastruktur, sedimentasi, dan kuantitas sampah yang membuat kinerja saluran drainase menjadi tidak efektif (Kartawijaya, dkk., 2021).

Kota Bandar Lampung termasuk kedalam wilayah perkotaan yang sering kali merasakan bencana banjir. Dengan indeks resiko banjir bervariasi dari rendah, sedang, hingga tinggi mencakup luasan 11,460.96 ha atau sekitar 62.37% dari total luas Kota Bandar Lampung untuk kelas resiko rendah, seluas 3,133.61 ha atau sekitar 17.05% untuk resiko sedang, dan seluas 3,781.12 ha atau sekitar 20.58% untuk resiko tinggi (Agustri dan Asbi, 2020). Banjir di Bandar Lampung merendam kawasan sekitaran RSUD Abdul Moeloek, Kaliawi, Tanjungkarang Pusat, Jagabaya, Bambu Kuning, Lebak Budik, dan Kelapa Dua. (Republika, 2020). Penyebabnya yaitu curah hujan tinggi, kapasitas drainase yang tidak cukup untuk menampung debit air, dan beberapa sungai kecil yang melimpas. Salah satunya yaitu sungai Way Awi di Gang Langgeng, Kelapa Tiga, Tanjungkarang Pusat meluap setelah diguyur hujan lebat selama satu jam (Lampost, 2021).

Tanjung Karang Pusat merupakan salah satu kecamatan di kota Bandar Lampung yang akhir-akhir ini sering terkena bencana banjir. Dengan kondisi topografi sebagian besar adalah daerah dataran dan sebagian kecil merupakan daerah pegunungan (BPS Kota Bandar Lampung, 2021). Dilewati beberapa sungai diantaranya yaitu sungai Way Awi yang merupakan sub bagian dari daerah aliran sungai utama yang mengalir melewati Kota Bandar Lampung, yaitu Daerah Aliran Sungai Sekampung. Beberapa kondisi topografi tersebut ditambah perilaku masyarakat yang kurang perhatian terhadap lingkungan dikhawatirkan dapat terus menyebabkan bencana banjir berulang-ulang.

Wilayah yang lumayan rutin diterpa bencana banjir di Kecamatan Tanjung Karang Pusat terletak di sepanjang Jl. Wolter Monginsidi hingga Jl. Kartini. Selain disebabkan curah hujan yang tinggi, penyebab lainnya yaitu kondisi jalan yang melengkung, menurun dari Jl. Wolter Monginsidi kemudian membentuk lembah di Jl. Kartini yang akhirnya membuat air hujan melimpas kemudian menggenang di sepanjang jalan dan kinerja saluran drainase yang kurang maksimal untuk menampung debit air sebelum membawanya ke sungai Way Awi yang berada di jalan tersebut. Hampir setiap tahun terjadi banjir di daerah ini sehingga perlu dilakukan tindakan yang dapat mengurangi resiko terjadi kembali. Opsi yang dapat

dilakukan untuk mengurangi resiko terjadinya banjir dikemudian hari yaitu dengan melakukan evaluasi terhadap drainase yang berada di jalan tersebut, dengan memperhitungkan kembali kapasitas yang nantinya akan mampu menampung debit banjir yang melaluinya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah terkait faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu saluran drainase maka rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi:

- a. Berapa besaran debit banjir yang terjadi?
- b. Bagaimana keadaan kapasitas debit pada saluran drainase eksisting?
- c. Dimana lokasi terjadi titik genangan banjir?
- d. Bagaimana desain saluran drainase eksisting berdasarkan debit banjir rencana?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini setelah melihat latar belakang dan identifikasi masalah bisa disimpulkan sebagai berikut:

- a. Mengetahui besar debit banjir yang terjadi.
- b. Mengetahui kapasitas debit saluran drainase eksisting.
- c. Mengetahui dimensi saluran yang memenuhi debit rencana.
- d. Mendesain ulang drainase eksisting berdasarkan dimensi saluran yang memenuhi debit rencana.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu:

- a. Data drainase eksisting.
- b. Dalam penelitian ini tidak membahas dan menganalisis terhadap faktor-faktor yang berkaitan dengan kemampuan infiltrasi.

- c. Desain penampang baru yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sendiri adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui keadaan sistem drainase eksisting wilayah yang ditinjau.
- b. Memberikan desain penampang drainase yang sesuai dengan keadaan wilayah yang ditinjau.
- c. Sebagai bahan pembelajaran untuk penelitian selanjutnya terutama dalam perencanaan drainase perkotaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase

2.1.1. Definisi Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu (H.A. Halim Hasmar, 2012). Seperti ketika terjadi limpasan air pada suatu area lalu kita berusaha untuk mengarahkan limpasan tersebut ke tempat pembuangan air, maka kita membutuhkan pengetahuan perencanaan drainase.

Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: pemukiman, kawasan industri, kawasan perdagangan, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

Pengembangan wilayah perkotaan dalam interaksi dengan manusia dan alam dapat menimbulkan dua jenis air yang dapat mempengaruhi, air tersebut berupa air limbah (*wastewater*) dan air hujan (*stormwater*). Air limbah (*wastewater*) yaitu air hasil pengolahan, baik rumah tangga atau industri, yang bisa saja mengandung bahan terlarut dan polutan lainnya yang dapat menimbulkan resiko untuk kesehatan. Sedangkan air hujan (*stormwater*), dalam hal ini yaitu air hujan yang jatuh pada permukaan bangunan sehingga tidak dapat terserap ke dalam tanah kemudian menggenang. Sehingga yang dimaksud sistem drainase perkotaan yaitu

sistem drainase yang bertujuan untuk menangani dua jenis air tersebut dan mengelola dampaknya terhadap kehidupan manusia dan alam.

2.1.2. Jenis-Jenis Drainase

a. Menurut sejarah terbentuknya

1) Drainase alamiah (*Natural drainage*)

Terbentuk secara alami, tidak ada unsur campur tangan manusia.

2) Drainase buatan (*Artificial drainage*)

Dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam lapisan tanah dan dimensi saluran.

b. Menurut letak saluran

1) Drainase muka tanah (*Surface drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

2) Drainase bawah permukaan tanah (*Sub surface drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa).

c. Menurut fungsinya

1) *Single pupose*

Single pupose yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2) *Multi purpose*

Multi purpose yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

d. Menurut konstruksinya

1) Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk

drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/menggangu lingkungan.

2) Saluran tertutup

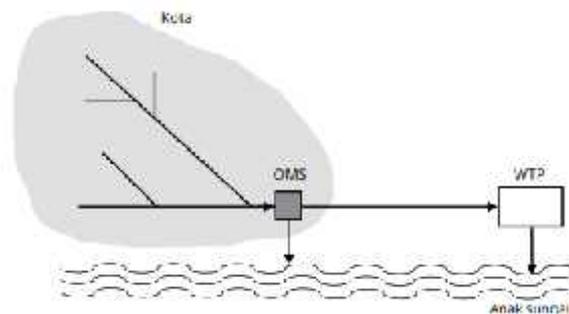
Saluran tertutup yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.1.3. Jenis Sistem Drainase

Sistem dengan pipa meliputi saluran pembuangan yang membawa aliran hasil penggunaan individu dan saluran pembuangan yang membawa aliran hasil penggunaan kelompok atau area yang lebih luas. Kata “saluran comberan” mengacu pada seluruh sistem infrastruktur terpusat: pipa, lubang got, struktur, stasiun pemompa, dan sebagainya.

a. Sistem gabungan

Jaringan saluran pembuangan adalah sistem percabangan yang kompleks, dan gambar dibawah menyajikan penyederhanaan pengaturan yang khas, menunjukkan proporsi cabang yang sangat kecil. Saluran gabungan membawa air limbah dan air hujan bersama-sama dalam pipa yang sama, dan tujuan akhirnya adalah instalasi pengolahan air limbah (IPAL), yang terletak tidak jauh dari kota.



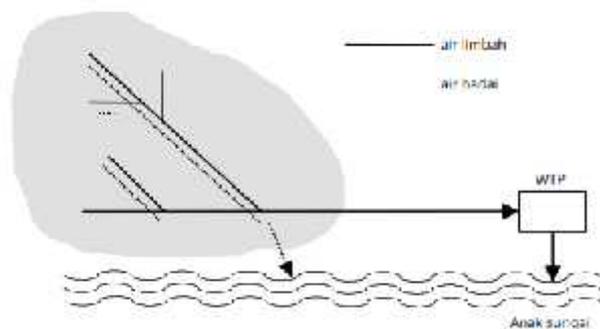
Gambar 1. Sistem gabungan.
(Sumber : Butler dkk., 2018)

Kelemahan utama dari luapan saluran pembuangan gabungan dan dengan perluasan saluran pembuangan gabungan secara umum adalah bahwa volume besar air limbah yang diolah secara minimal dibuang selama hujan ke lingkungan ketika mereka beroperasi.

b. Sistem terpisah

Air limbah dan air hujan dibawa dalam pipa terpisah, biasanya diletakkan berdampingan. Aliran air limbah bervariasi sepanjang hari, tetapi pipa dirancang untuk membawa aliran maksimum ke instalasi pengolahan air (IPA). Air hujan tidak bercampur dengan air limbah dan dapat dibuang ke aliran air pada titik yang nyaman. Keuntungan nyata pertama dari sistem terpisah adalah dapat menghindari polusi yang terbawa seperti pada sistem saluran pembuangan gabungan (*Combined Sewer Overflows/CSOs*).

Sistem yang terpisah memiliki kekurangannya sendiri. Ini berhubungan dengan fakta bahwa pemisahan sempurna secara efektif tidak mungkin dicapai. Pertama, sulit untuk memastikan bahwa aliran yang tercemar hanya dialirkan melalui pipa air limbah. *Stormwater* dapat tercemar karena berbagai alasan, termasuk pencucian polutan dari permukaan tangkapan air. Kedua, sangat sulit untuk memastikan bahwa tidak ada air hujan yang masuk ke pipa air limbah.



Gambar 2. Sistem terpisah.

(Sumber : Butler dkk., 2018)

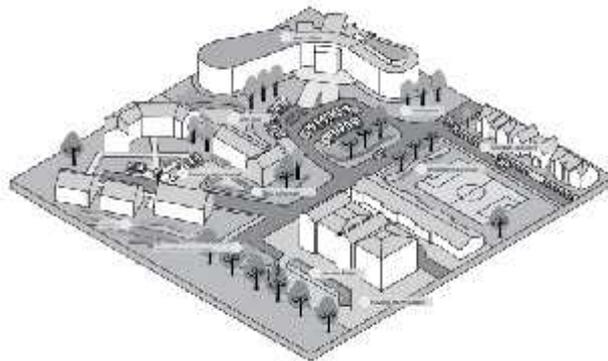
c. Sistem hibrid dan sebagian terpisah

Sistem sebagian terpisah berarti air limbah dicampur dengan beberapa air hujan, sedangkan air hujan yang tersisa disalurkan melalui pipa terpisah. Di

beberapa kota, sistem hibrida ada karena alasan yang tidak disengaja: misalnya, karena kota baru yang dikeringkan oleh sistem terpisah mencakup bagian lama yang kecil yang dikeringkan oleh sistem gabungan, atau karena miskoneksi akibat ketidaktahuan, malpraktik, atau lubang got ganda yang tidak berfungsi telah menyebabkan kerusakan yang tidak di inginkan terhadap pencampuran kedua jenis aliran tersebut.

d. Sistem Non-Pipa

Sistem non-pipa mengelola air hujan lebih dekat ke sumber pembangkitnya, biasanya pada atau di dekat permukaan tanah, menggunakan berbagai perangkat. Kelebihan sistem ini dapat membatasi aliran ke hilir dan karenanya berkontribusi pada manajemen risiko banjir, kemampuan untuk mengolah sebagian air hujan sebelum dibuang, dan kesempatan untuk memberikan keuntungan lokal dan keanekaragaman hayati. Kekurangannya meliputi kebutuhan akan ruang ekstra, yang sering kali mahal di daerah perkotaan, dan hal-hal yang lebih praktis mengenai kepemilikan dan pemeliharaan kinerja jangka panjang.



Gambar 3. Skema non-pipa.
(Sumber : Butler dkk., 2018)

2.2. Banjir

Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang di atas normal, perubahan suhu, tanggul/bendungan yang bobol, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain serta menjadikan masyarakat bisa menghadapi risiko bencana tahunan akibat banjir. Di wilayah perkotaan, genangan

lokal terjadi pada saat musim hujan, skala banjir yang terjadi cukup besar dan belum dapat dikendalikan secara dominan. Banjir kilat/dadakan biasanya didefinisikan sebagai banjir yang terjadi hanya dalam waktu kurang dari 5 jam sesudah hujan lebat mulai turun. Biasanya juga dihubungkan dengan banyaknya awan kumululus yang menggumpal di angkasa, kilat atau petir yang keras, badai tropis atau cuaca dingin (Seta, 1991). Karena banjir ini sangat cepat datangnya, peringatan bahaya kepada penduduk sekitar tempat itu harus dengan segera dimulai upaya mengatasi dan menanggulangnya.

Umumnya banjir dadakan akibat meluapnya air hujan yang sangat deras, khususnya bila tanah bantaran sungai rapuh dan tak mampu menahan cukup banyak air. Penyebab lain adalah kegagalan bendungan/tanggul menahan volume air (debit) yang meningkat, perubahan suhu menyebabkan berubahnya elevasi air laut, dan atau berbagai perubahan besar lainnya di hulu sungai termasuk perubahan fungsi lahan (Arsyad, 1989). Saat ini yang menjadi isu publik adalah pengubahan lahan, kepadatan pemukiman penyebab tertutupnya lahan, erosi dan sedimentasi yang terjadi diberbagai kawasan perkotaan dan daerah. Kerawanan terhadap banjir dadakan akan meningkat bila wilayah itu merupakan lereng curam, sungai dangkal dan penambahan volume air jauh lebih besar daripada yang tertampung (Suripin, 2001). Luapan sungai berbeda dari banjir dadakan karena banjir ini terjadi setelah proses yang cukup lama, meskipun proses itu bisa jadi lolos dari pengamatan sehingga datangnya banjir terasa mendadak dan mengejutkan. Selain itu banjir luapan sungai kebanyakan bersifat musiman atau tahunan dan bisa berlangsung selama berhari-hari atau berminggu-minggu tanpa berhenti.

Banjir terjadi sepanjang sistem sungai dan anak-anak sungainya, mampu membanjiri wilayah luas dan mendorong peluapan air di dataran rendah, sehingga banjir yang meluap dari sungai-sungai selain induk sungai biasa disebut banjir kiriman'.

Besarnya banjir tergantung kepada beberapa faktor, di antaranya kondisi-kondisi tanah (kelembaban tanah, vegetasi, perubahan suhu/ musim, keadaan permukaan

tanah yang tertutup apat oleh bangunan; batu bata, blok-blok semen, beton, pemukiman/perumahan dan hilangnya kawasan-kawasan tangkapan air/alih fungsi lahan (Asdak, 2004). Data sejarah banjir luapan sungai yang melanda kota-kota di lembah utama membuktikan bahwa tindakan-tindakan perlindungan tidak bisa diandalkan, akibat beraneka-ragamnya sumber banjir, yang bukan hanya dari induk sungai melainkan juga dari anak anak sungai (Mulyanto,2007).

Sebagai contoh banjir pantai. Banjir yang membawa bencana dari luapan air hujan sering makin parah akibat badai yang dipicu oleh angin kencang sepanjang pantai. Air payau membanjiri daratan akibat satu atau perpaduan dampak gelombang pasang, badai, atau tsunami (gelombang pasang). Sama seperti banjir luapan sungai, hujan lebat yang jatuh di kawasan geografis luas akan menghasilkan banjir besar di lembah-lembah pesisir yang mendekati muara sungai. Untuk kajian perbandingan dengan peristiwa banjir terdahulu dan sebagai dasar informasi peringatan untuk masyarakat yang beresiko dilanda banjir, harus diingat unsur-unsur sebagai berikut:

- a. Analisis kekerapan banjir,
- b. Pemetaan tinggi rendahnya permukaan tanah (topografi),
- c. Pemetaan bentangan daerah seputar sungai (kontursekitar sungai) lengkap dengan perkiraan kemampuan sungai itu untuk menampung lebihanair,
- d. Kemampuan tanah untuk menyerap air,
- e. Catatan pasang surut gelombang laut (untuk kawasan pantai/pesisir),
- f. Kekerapan badai,
- g. Geografi pesisir/pantai, dan
- h. Ciri-ciri banjir (Kodoati dan Sugiyanto, 2002).

2.3. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah tangkapan air hujan yang dibatasi oleh kondisi topografi sehingga mengalirkan air hujan menuju ke sungai. Perubahan fisik yang terjadi pada suatu DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan retensi DAS terhadap banjir. Hal ini penting karena retensi DAS dimaksudkan sebagai kemampuan suatu DAS untuk menahan air di bagian hulu. Perubahan tata

guna lahan misalnya dari hutan menjadi pertanian atau perumahan, perkebunan akan menyebabkan retensi DAS akan berkurang secara drastis. Seluruh air hujan akan dilepaskan DAS ke arah hilir. Sebaliknya semakin besar retensi suatu DAS, maka DAS dikategorikan akan semakin baik karena air hujan dapat diresapkan dan dilepaskan secara perlahan – lahan ke bagian hilir sehingga tidak menimbulkan banjir (Maryono, 2005).

Daerah Aliran Sungai merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian. Nama sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan diatasi oleh titik kontrol yang umumnya merupakan stasiun hidrometri. Dalam praktek, penetapan batas DAS ini sangat diperlukan untuk menetapkan batas – batas DAS yang akan dianalisis (Sri Harto, 1993).

Cakupan luas suatu DAS bervariasi mulai dari beberapa puluh meter persegi sampai dengan ratusan ribu hektar yang memiliki komponen-komponen masukan yaitu curah hujan, komponen output yaitu debit aliran dan polusi/sedimen, dan komponen proses yaitu manusia, vegetasi, tanah, iklim dan topografi, sehingga Asdak (2002), menyatakan pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di DAS untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya tanah dan air.

2.4. Tataguna Lahan

Lahan adalah keseluruhan kemampuan muka daratan beserta segala gejala di bawah permukaannya yang bersangkutan paut dengan pemanfaatannya bagi manusia. Tata guna lahan (land use) adalah suatu upaya dalam merencanakan penggunaan lahan dalam suatu kawasan yang meliputi pembagian wilayah untuk pengkhususan

fungsi-fungsi tertentu, misalnya fungsi pemukiman, perdagangan, industri, dll. (Arifia D., 2014).

Penyediaan kebutuhan secara spasial berwujud sebagai suatu luasan lahan yang memiliki fungsi selaras dengan kebutuhan manusia. Fungsi-fungsi lahan tersebut dalam suatu wilayah didefinisikan sebagai guna lahan. Guna lahan juga mengakomodasi pemenuhan kebutuhan manusia seperti bekerja, belanja, sekolah, istirahat di rumah dan aktivitas lainnya. (Ramadhan A., 2020).

Pengembangan wilayah kota untuk memenuhi kebutuhan manusia tentu secara tidak langsung akan mempengaruhi lahan yang telah ada. Salah satu pengaruh perubahan tataguna lahan pada lingkungan DAS berupa aliran sungai yang cenderung meningkat, karena faktor *land use* bertindak sebagai salah satu variabel proses dalam sistem hidrologi DAS. (Amin M., 2008).

Tertuang dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandar Lampung 2011-2030, rencana pembagian wilayah Kota Bandar Lampung untuk pengembangan kawasan perumahan dan pemukiman dengan kepadatan tertinggi berada pada Kecamatan Tanjung Karang Pusat. Selain difokuskan untuk fungsi pemukiman, pembagian lahan juga difungsikan pada bidang perdagangan dan jasa regional, tambahan simpul transportasi darat, sarana olahraga, dan pendidikan.

Tabel 1. Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Kepadatan Penduduk Menurut Kelurahan di Kecamatan Tanjung Karang Pusat, 2020

Kelurahan	Penduduk	Laju Pertumbuhan per Tahun 2010 –2020	Kepadatan Penduduk (per km²)
Durian Payung	11025	0,87	10115
Gotong Royong	5802	1,43	13814
Palapa	4311	1,23	13064
Kaliawi	13346	2,84	26692
Kelapa Tiga	10348	3,21	8696
Pasir Gintung	7364	1,81	24547
Kaliawi Persada	3729	0,58	16950
Total	55925	1,92	13809

(Sumber : BPS Kota Bandar Lampung, 2021)

Seperti pada tabel diatas, laju pertumbuhan penduduk di kecamatan Tanjung Karang Pusat dari tahun 2010-2020 mencapai angka 1,92 yang berarti bahwa terjadi peningkatan jumlah penduduk. Perencanaan tata guna lahan di kecamatan Tanjung Karang Pusat perlu diteliti lebih lanjut, mempertimbangkan kebutuhan akan wilayah pemukiman yang mungkin akan terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk di masa yang akan datang. Tingkat kepadatan penduduk yang tinggi akan berbanding lurus dengan kepadatan bangunan di suatu wilayah (Prawira, 2014). Sehingga semakin padat penduduk di suatu wilayah akan semakin besar potensi tergenang banjir rob. Kebutuhan akan sarana dan prasarana yang berkaitan dengan lingkungan seperti drainase juga perlu ditinjau kembali untuk mencegah bencana seperti banjir terulang kembali.

2.5. Analisis Hidrologi

Dalam perencanaan bangunan air, ilmu hidrologi sangat diperlukan sebagai data pertimbangan pengambilan keputusan. Dengan demikian, menjadi sangat penting jika dalam menganalisis data hidrologi menggunakan parameter yang sesuai dengan lokasi kegiatan. Kesalahan analisis dan penggunaan parameter, akan menyebabkan kegagalan struktur bangunan air dan kesalahan pemilihan jenis bangunan yang dibutuhkan.

Perubahan tata guna lahan di suatu kawasan merupakan salah satu faktor akan memberikan dampak terhadap analisis data hidrologi. Salah satu akibat yang ditimbulkan adalah perubahan pola sebaran hujan. Dengan demikian pendekatan yang dilakukan dalam analisis hidrologi di kawasan tersebut juga akan mengalami perubahan sehingga penelitian ini akan memberikan gambaran analisis yang sesuai pada daerah yang akan dikaji.

Siklus hidrologi merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tanpa henti (Soedibyo, 2003). Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air laut. Uap

yang dihasilkan dibawa oleh angin. Dalam suatu kondisi yang, uap tersebut dapat terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang terjadi bisa berupa hujan, salju, dll.

Setelah jatuh ke permukaan tanah, presipitasi akan menimbulkan limpasan permukaan (surface runoff) yang mengalir kembali kelaut. Dalam perjalanan menuju ke laut beberapa bagian masuk ke dalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus kebawah (perkolasi) kedalam daerah jenuh (saturated zone) yang terdapat di bawah permukaan air tanah. Air di dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati equifer masuk ke sungai kemudian kelaut. Di bawah gravitasi, baik aliran permukaan (surface streamflow) maupun air dalam tanah akan bergerak ke tempat yang lebih rendah dan dapat juga mengalir ke laut. Namun, sejumlah besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan transpirasi sebelum sampai ke laut (Linsley, dkk, 1989).

2.6. Analisis Hujan

Hujan (presipitasi) adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi, yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Hujan merupakan salah satu bagian tahapan dalam siklus hidrologi yang sangat berkaitan erat terhadap peristiwa alam lainnya di permukaan bumi.

2.6.1. Pengolahan Data Hujan

Pencatatan data hujan adalah bagian yang penting dalam memperkirakan faktor kedalaman hujan pada suatu tempat. Pencatatan data hujan otomatis sangat efektif dan efisien untuk memperkirakan kedalaman hujan atau tinggi curah hujan dalam rentan waktu 1 x 24 jam. Curah hujan diperlukan untuk menentukan besarnya intensitas yang akan digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan. Oleh karena itu berbagai metode digunakan untuk memperkirakan curah hujan rata-rata dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan sekitar kawasan.

Pengolahan data hujan dalam analisis hidrologi untuk menentukan curah hujan rerata pada suatu kawasan dapat dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu metode rerata aritmatik (aljabar), metode *Thiessen*, dan metode *Isohiet*. (Triatmodjo B., 2009). Setiap metode harus diperhatikan terlebih dahulu syarat-syarat kondisi yang harus dipenuhi agar metode yang kita gunakan semakin mendapatkan hasil yang akurat. Beberapa syarat yang perlu dipenuhi untuk setiap metode meliputi jumlah pos hujan, luas DPS, dan topografi. Berikut tabel untuk memudahkan identifikasi metode yang tepat untuk digunakan.

Tabel 2. Syarat metode berdasarkan pos hujan

Syarat	Metode
Jumlah pos cukup	<i>Isohiet</i> ; <i>Thiessen</i> ; Aritmatik
Jumlah pos hujan terbatas	<i>Thiessen</i> ; Aritmatik
Pos hujan tunggal	Metode hujan titik

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 3. Syarat metode berdasarkan luas DAS

Syarat	Metode
DAS besar (>5000 km²)	<i>Isohiet</i>
DAS sedang (500-5000 km²)	<i>Thiessen</i>
DAS kecil (<500 km²)	Aritmatik

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 4. Syarat metode berdasarkan topografi

Syarat	Metode
Berbukit dan tidak beraturan	<i>Isohiet</i>
Dataran	<i>Thiessen</i>
Pegunungan	Aritmatik

(Sumber : Suripin, 2004)

a. Metode rerata aritmatik (aljabar)

Metode rerata aritmatik merupakan metode yang paling sederhana untuk mendapatkan hujan rerata suatu daerah. Hasil pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang sama dijumlahkan lalu dibagi dengan total jumlah stasiunnya. Stasiun yang digunakan merupakan stasiun yang berada di dalam DAS, tapi stasiun yang berdekatan juga bisa digunakan.

Persamaan untuk menentukan hujan rerata pada metode aritmatik yaitu:

$$p = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n}$$

dengan:

$$\begin{aligned} p &= \text{hujan rerata kawasan} \\ p_1 + p_2 + \dots + p_n &= \text{hujan di stasiun 1, 2, ..., } n \\ n &= \text{jumlah stasiun} \end{aligned}$$

b. Metode *Thiessen*

Metode *Thiessen* menggunakan bobot dari setiap saluran yang mewakili luasan di sekitarnya. Di dalam suatu DAS, sebuah stasiun dianggap mewakili hujan yang terjadi di luasan daerah sekitar stasiun tersebut. Sehingga dalam perhitungan rata-rata curah hujan, harus memperhitungkan daerah pengaruh dari masing-masing stasiun yang digunakan.

Persamaan dalam metode ini diperhitungkan dengan memasukan nilai luasan pengaruh dari setiap stasiun, menjadi:

$$p = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

dengan:

$$\begin{aligned} p &= \text{hujan rerata kawasan} \\ p_1 + p_2 + \dots + p_n &= \text{hujan di stasiun 1, 2, ..., } n \\ A_1 + A_2 + \dots + A_n &= \text{luas daerah mewakili stasiun 1, 2, ..., } n \end{aligned}$$

c. Metode *Isohiet*

Isohiet adalah bentuk garis yang menghubungkan sejumlah titik yang memiliki nilai kedalaman hujan yang sama. Metode *Isohiet* menganggap nilai curah hujan yang berada diantara dua garis *Isohiet* adalah merata dan merupakan nilai rerata dari dua garis *Isohiet* tersebut.

Untuk persamaan pada metode ini seperti berikut:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{I_i + I_{i+1}}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

dengan:

\bar{p}	= hujan rerata kawasan
$I_1 + I_2 + \dots + I_n$	= garis isohiet 1, 2, ..., n , $n+1$
$A_1 + A_2 + \dots + A_n$	= luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet 1 dan 2, 2 dan 3, ..., n dan $n+1$

2.6.2. Analisis Frekuensi Hujan

Analisis frekuensi digunakan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu. Analisis frekuensi dapat dilakukan untuk seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan atau debit, dan didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan atau debit di masa yang akan datang (diandaikan bahwa sifat statistik tidak berubah/sama) (Harto, 1993).

Analisis frekuensi dapat memperkirakan besarnya banjir meliputi interval kejadian tertentu seperti 10 tahunan, 100 tahunan, atau 1000 tahunan, dan juga kemungkinan terjadinya banjir pada besaran frekuensi tertentu selama satu periode waktu, misalkan 100 tahunan. Pada penerapannya dapat digunakan untuk data debit sungai atau data hujan, dan data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan yang terukur selama beberapa tahun. (Triatmodjo B., 2009).

Dalam analisis data hidrologi diperlukan parameter numerik yang menjadi ciri data tersebut. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut parameter statistik, meliputi nilai rerata, standar deviasi, koefisien variasi, dan koefisien kemencengan (*skewness*). Berikut bentuk persamaan dari masing-masing nilai tersebut:

- a. Nilai rerata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- b. Standar deviasi

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

c. Koefisien variasi

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}}$$

d. Koefisien kemencengan

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

$$C_s = \frac{a}{s^3}, \text{ atau}$$

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

2.6.3. Probabilitas Hujan

Ada dua cara untuk mengetahui ketepatan distribusi probabilitas data hidrologi, yaitu data yang ada di plot pada kertas probabilitas yang sudah didesain khusus atau menggunakan skala plot yang melinierkan fungsi distribusi. Suatu garis lurus yang merepresentasikan sebaran data – data yang diplot kemudian ditarik sedemikian rupa, sehingga dapat digunakan untuk interpolasi maupun ekstrapolasi. Dalam analisis hidrologi, ekstrapolasi harus dilakukan dengan sangat hati – hati karena dapat menimbulkan penyimpangan.

Dalam analisis hidrologi terdapat beberapa jenis distribusi yang digunakan seperti distribusi normal, log normal, Gumbel, Pearson, Log Pearson, dan sebagainya.

a. Distribusi normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga disebut distribusi Gauss. Sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (skewness) sama dengan nol ($C_s = 0$) dan nilai koefisien kurtosis ($C_k = 3$). Fungsi distribusi normal memiliki bentuk:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

b. Distribusi Lognormal

Ketika nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, namun nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal maka kita bisa gunakan distribusi lognormal. Sifat dari distribusi lognormal yaitu:

- 1) Nilai kemencengan : $C_s = C_v^3 + 3C_v$
- 2) Nilai kortosis: $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$

Sedangkan fungsinya berbentuk seperti:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-\mu_y)^2}{(2\sigma_y)^2}}$$

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel sering digunakan untuk menganalisis data maksimum, misalkan untuk menganalisis frekuensi banjir. Sifat dari distribusi Gumbel yaitu memiliki nilai koefisien *skewness*, $C_v = 1,1396$ dan koefisien kurtosis, $C_k = 5,4002$. Untuk bentuk fungsi densitas kumulatif yaitu:

$$F(x) = e^{-e^{-x}}$$

d. Distribusi Log Pearson III

Hasil bentuk transformasi dari distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai log kemudian disebut dengan distribusi log pearson III. Untuk parameter statistik yang digunakan seperti C_s dan C_k pada log pearson III ini mempunyai nilai selain dari parameter distribusi yang lainnya (normal, lognormal, dan Gumbel). *PDF* dari distribusi log pearson III ini memiliki bentuk :

$$p(X) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-x/\beta}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Tabel 5. Parameter statistik memilih jenis distribusi

Jenis Distribusi	Parameter Statistik
Distribusi Normal	$C_s = 0$ $C_v \approx 3$ $(x \pm s) = 68,27\%$ $(x \pm 2s) = 95,44\%$
Distribusi Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Distribusi Gumbel	$C_s \approx 1,14$ $C_v \approx 5,4$
Distribusi Log Pearson III	Tidak memenuhi syarat di atas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.6.4. Uji Keselarasan Distribusi

Uji keselarasan dimaksudkan untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

a. Uji Smirnov – Kolmogorof

Uji Smirnov – Kolmogorof atau juga disebut uji kecocokan non-parametrik karena pengujiannya tidak berdasarkan fungsi distribusi tertentu, namun lebih pada memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kertas probabilitas.

Tabel 6. Nilai Δ_n uji Smirnov – Kolmogorof

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

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

b. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat menggunakan nilai χ^2 yang bisa kita dapat dengan persamaan:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^N \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$$

dengan:

χ^2 = nilai Chi-Kuadrat terhitung

O_j = frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelas

E_j = frekuensi terbaca pada kelas sama

N = jumlah sub kelompok dalam suatu grup

Hasil nilai χ^2 harus lebih kecil dari χ_c^2 (Chi-Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu sering digunakan 5%.

Tabel 7. Nilai Chi-Kuadrat kritik

DK	r1											
	0,99	0,95	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
1	0,0016	0,004	0,0158	0,0642	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	0,0201	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,604	5,991	9,21	13,815
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	0,297	0,711	1,084	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	0,554	1,145	1,61	2,343	3	4,351	6,064	7,289	9,236	11,07	15,089	20,517
6	0,872	1,635	2,204	3,07	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	1,646	2,733	3,29	4,594	5,527	7,344	9,524	11,03	13,362	15,507	20,09	26,425
9	2,038	3,325	4,168	5,38	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	2,558	3,94	4,791	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,641	17,275	19,675	24,725	31,264
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,34	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,34	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	4,66	6,571	7,79	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	5,229	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	5,812	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32	39,252
17	6,408	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409	40,79
18	7,005	9,39	10,865	12,857	14,44	17,338	20,601	22,76	25,989	28,869	34,809	42,312
19	7,635	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,9	27,204	30,141	36,191	43,82
20	8,26	10,851	12,443	14,578	16,266	19,337	22,775	25,038	28,412	31,41	37,566	45,315
21	8,897	11,501	13,24	15,445	17,182	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932	46,797
22	9,542	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,823	33,924	40,289	48,268
23	10,196	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,175	41,638	49,728
24	10,856	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	42,98	51,179
25	11,524	14,611	16,473	18,94	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314	52,62
26	12,198	15,379	17,292	19,82	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642	54,052
27	12,879	16,151	18,114	20,703	22,719	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963	55,476
28	13,565	16,928	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278	56,893
29	14,256	17,708	19,768	22,457	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588	58,302
30	15,953	18,493	20,599	23,599	25,508	29,336	33,53	36,25	40,256	43,773	50,892	59,703

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.6.5. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi ($IDF = Intensity-Duration-Frequency Curve$).

Analisis IDF bertujuan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (satu stasiun pencatat hujan). Analisis menggunakan data hujan dengan intensitas tinggi dalam waktu singkat, misalkan hujan 5, 10, 15.... menitan atau lebih.

Ketersediaan data hujan dalam suatu kondisi juga menentukan metode yang tepat digunakan. Apabila kondisi data yang tersedia adalah data hujan harian maka metode Mononobe adalah yang paling tepat. Bentuk persamaan untuk metode Mononobe yaitu:

$$I_t = \frac{R_2}{2} \left(\frac{2}{t} \right)^{\frac{1}{2}}$$

dengan:

I_t = intensitas curah hujan dengan lama t (mm/jam)

t = lama hujan (jam)

R_2 = curah hujan maks. selama 24 jam (mm)

2.6.6. Faktor yang Mempengaruhi Limpasan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi limpasan yang terjadi, dan secara umum dapat dibagi kedalam 2 kelompok, yaitu faktor meteorologi dan faktor karakteristik daerah aliran sungai (DAS).

- a. Faktor meteorologi
 - 1) Intensitas hujan
 - 2) Durasi hujan
 - 3) Distribusi curah hujan
- b. Faktor karakteristik DAS
 - 1) Luas dan bentuk DAS
 - 2) Topografi
 - 3) Tata guna lahan

2.6.7. Metode Perhitungan Debit Banjir

Penentuan metode perhitungan debit banjir ditentukan berdasarkan ketersediaan data yang ada. Pada prakteknya, perkiraan debit banjir dihitung dengan menggunakan beberapa metode dan untuk debit banjir rencana ditentukan dengan pertimbangan teknis (*engineering judgement*). Umumnya digunakan 2 metode, yaitu metode rasional dan metode hidrograf banjir.

Pada metode rasional, cara yang digunakan sangat simpel dan mudah penggunaannya, dapat digunakan dengan catatan ukuran luas DAS mencapai 5.000 ha. Persamaan metode rasional secara matematik berbentuk:

$$Q_p = 0,00278 C I A$$

dengan:

Q_p = laju aliran debit puncak (m³/detik)

C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas DAS (ha)

Koefisien aliran permukaan/limpasan dapat ditentukan berdasarkan beberapa faktor seperti jenis daerah dan kondisi permukaan. Nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada tabel.

Tabel 8. Nilai koefisien limpasan

Jenis daerah	Koefisien aliran	Kondisi permukaan	Koefisien aliran
Daerah perdagangan		Jalan aspal	
• Kota	0,70 - 0,95	• Aspal dan beton	0,75 - 0,95
• Sekitar kota	0,50 - 0,70	• Batu bata dan batako	0,70 - 0,85
Daerah pemukiman		Atap rumah	0,70 - 0,95
• Satu rumah	0,30 - 0,50	Halaman berumput tanah pasir	
• Banyak rumah, terpisah	0,40 - 0,60	• Datar, 2%	0,05 - 0,10
• Banyak rumah, rapat	0,60 - 0,75	• Rata-rata, 2-7%	0,10 - 0,15
• Pemukiman, pinggiran kota	0,25 - 0,40	• Curam, $\geq 7\%$	0,15 - 0,20
• Apartemen	0,50 - 0,70		
Daerah industri		Halaman berumput, tanah pasir padat	
• Ringan	0,50 - 0,80	• Datar, 2%	0,13 - 0,17
• Padat	0,60 - 0,90	• Rata-rata, 2-7%	0,18 - 0,22
		• Curam, $\geq 7\%$	0,25 - 0,35
Lapangan, kuburan, dan sejenisnya	0,10 - 0,25		
Halaman, jalan kereta api, dan sejenisnya	0,20 - 0,35		
Lahan tidak terpelihara	0,10 - 0,30		

(Sumber: Schwab, dkk 1981, arsyad 2006, SNI 2415:2016)

2.7. Analisis Hidrolika

Hidrolika adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat zat cair. Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas alur sungai dan saluran pada kondisi sekarang terhadap banjir rencana, yang selanjutnya digunakan untuk mendesain alur sungai dan saluran.

Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*). Aliran permukaan bebas mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Jika pada aliran tidak terdapat permukaan bebas dan aliran dalam saluran penuh, maka aliran yang terjadi disebut aliran dalam pipa (*pipe flow*) atau aliran tertekan (*pressurized flow*).

2.7.1. Rumus Empiris Kecepatan Rata-Rata

Distribusi kecepatan pada dasarnya tidak merata di setiap titik pada penampang melintang. Hal ini sangat dipengaruhi oleh adanya permukaan bebas dan gaya gesekan disepanjang dinding saluran. Maka dilakukan pendekatan empiris untuk menghitung kecepatan rata-rata, diantaranya:

a. Rumus *Chezy* (1769)

Kecepatan untuk aliran seragam, dengan beberapa asumsi:

- 1) Aliran adalah permanen
- 2) Kemiringan dasar saluran adalah kecil
- 3) Saluran adalah prismatic

Bentuk persamaan rumus *Chezy* :

$$V = C\sqrt{R}$$

dengan:

V = kecepatan rata-rata (m/detik)

C = faktor tahanan aliran (koefisien *Chezy*)

S = kemiringan dasar saluran

b. Manning

Rumus Manning yang paling terkenal dan paling banyak digunakan karena mudah pemakaiannya.

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

Dengan n adalah koefisien kekasaran Manning ($TL^{-1/3}$) dan bukan bilangan nondimensional. Korelasi koefisien Chezy dan Manning dapat dijabarkan menjadi rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

dengan:

R = jari-jari hidrolis

S = kemiringan saluran

n = koefisien *Manning*

Tabel 9. Angka kekasaran *Manning* (n)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek sekali
Saluran buatan					
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang 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 batuan 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 rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
Saluran Alam					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir dan tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no. 8 tapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,030	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150

Tabel 9. (lanjutan)

No	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Sedang	Jelek
Saluran buatan, beton, atau batu kali					
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no. 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	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: Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd.T-02-2006-B)

2.7.2. Penampang Saluran Drainase

Saluran untuk drainase tidak terlalu berbeda dengan saluran air lain pada umumnya. Dalam perencanaan dimensi saluran diusahakan menggunakan dimensi dengan penampang yang ekonomis.

Saluran paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Penjabaran singkat terhadap bentuk penampang yang efisien adalah sebagai berikut (Suripin, 2004):

a. Penampang persegi

Notasi pada penampang berbentuk persegi dengan lebar dasar (B) dan kedalaman air (h), luasan penampang basah (A), dan keliling basah (P) dapat dituliskan:

$$A = B \cdot h$$

$$P = B + 2h$$

Keliling minimum (P) maka:

$$B = 2h \text{ atau } h = B/2$$

Jari-jari hidrolis:

$$R = h/2$$

b. Penampang trapesium

Luas penampang melintang (A), keliling basah (P), lebar dasar penampang melintang (B) dan kemiringan dinding 1: m dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = (B + mh)h$$

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \text{ atau } B = P - 2h\sqrt{m^2 + 1}$$

Penampang basah yang efisien didapat apabila lebar muka air (T) adalah 2 kali panjang sisi miring (tebing) saluran. Kondisi ini didapat apabila sudut kemiringan tebing saluran terhadap horizontal 60° yang dituliskan:

$$B + 2mh = 2h\sqrt{m^2 + 1}$$

dengan:

$$m = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Atau $\theta = 60^\circ$

c. Penampang segitiga

Pada potongan melintang saluran yang berbentuk segitiga dengan kemiringan sisi terhadap garis vertikal (θ), dan kedalaman air (h).

$$A = h^2 \tan \theta \text{ atau } h = \sqrt{\frac{A}{\tan \theta}}$$

$$P = (2h) \sec \theta .$$

2.7.3. Kemiringan Eksisting Saluran

Kemiringan eksisting saluran diperoleh berdasarkan hasil pengukuran di lapangan. Berikut persamaan dan ilustrasi dalam menentukan kemiringan saluran eksisting, data yang diperoleh dapat dihitung dengan persamaan:

$$i_1 = \frac{e_1 - e_2}{L} \times 100\%$$

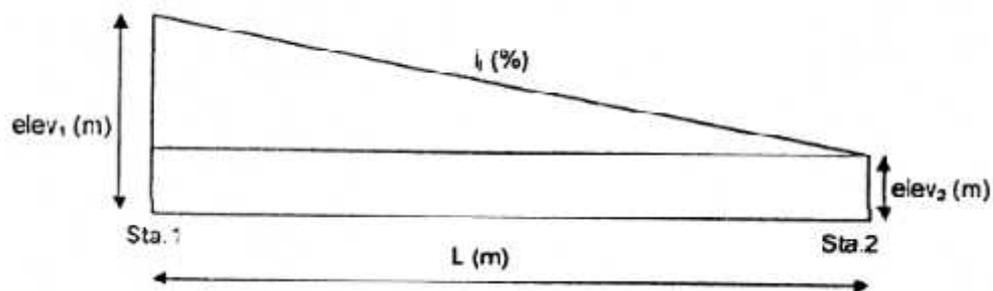
dengan:

i_1 = kemiringan lahan eksisting lahan

e_1 = tinggi tanah bagian tertinggi (m)

e_2 = tinggi tanah bagian terendah (m)

L = panjang saluran (m)



Gambar 4. Ilustrasi penentuan kemiringan saluran eksisting.

(Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan Pd.T-02-2006-B)

2.7.4. Tinggi Jagaan Penampang

Penentuan tinggi jagaan penampang pada saluran primer dan sekunder berdasarkan Modul 07 Perhitungan Saluran dan Drainase ditentukan berdasarkan debit rencana pada saluran, berikut tinggi jagaan minimum pada suatu saluran:

Tabel 10. Tinggi jagaan minimum untuk saluran tanah

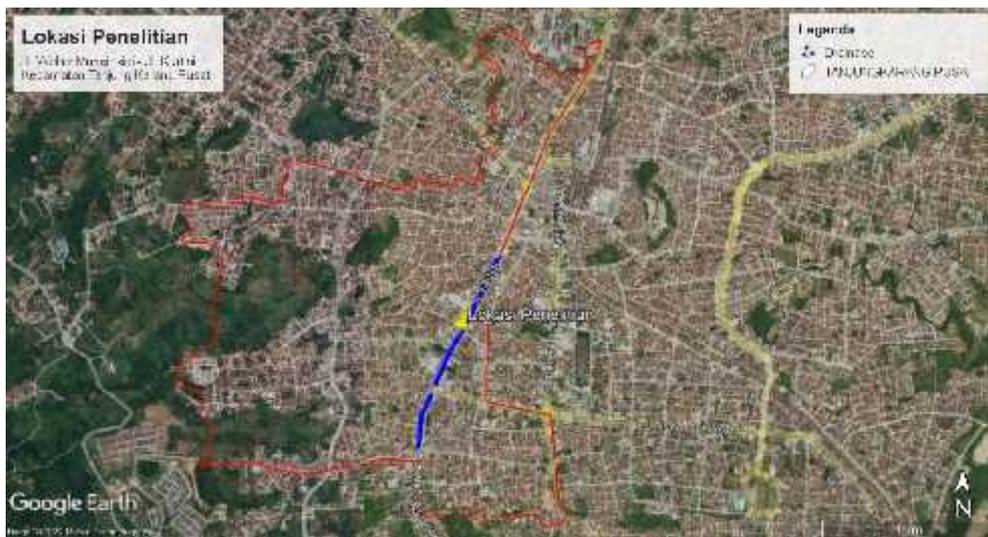
Q (m ³ /s)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,40
0,5 – 1,5	0,50
1,5 – 5,0	0,60
5,0 – 10,0	0,75
10,0 – 15,0	0,85
> 15,0	1,00

(Sumber: Modul 07 Perhitungan Saluran dan Drainase, 2016)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di jaringan drainase yang terletak di sepanjang JL. Wolter Monginsidi (dekat Hotel POP!) – JL. Kartini (depan BRI Finance) Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kota Bandar Lampung.



Gambar 5. Peta lokasi penelitian.

(Sumber : Google Earth 03 November 2022, 19.56.50 WIB)

3.2. Data yang Digunakan

3.2.1. Data Primer

Data primer yang digunakan berupa :

- a. Data panjang saluran drainase.

- b. Dimensi drainase eksisting berupa ukuran penampang drainase dari tinggi dan lebar dalam satuan (m) dan arah aliran.

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan meliputi:

- a. Data curah hujan dan hidrologi dari stasiun hujan yang mempengaruhi saluran drainase. Data diambil rentang 10 tahun untuk setiap stasiun hujan. Data hujan yang akan digunakan diambil dari stasiun hujan yang tersebar di beberapa kecamatan di Kota Bandar Lampung, yaitu:
 - 1) PH.001 Kecamatan Teluk Betung Utara
 - 2) PH.003 Kecamatan Sukarame
 - 3) PH.004 Kecamatan Teluk Betung Barat
 - 4) PH.005 Kecamatan Kemiling
- b. Daerah Aliran Sungai yang digunakan dalam penelitian ini adalah DAS Awi.
- c. Data topografi berupa data elevasi kontur.
- d. Peta penggunaan lahan yang merupakan hasil interpretasi dari citra satelit atau penginderaan jauh.

3.3. Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu:

- a. Alat tulis
- b. Meteran
- c. Laptop
- d. Tongkat stik

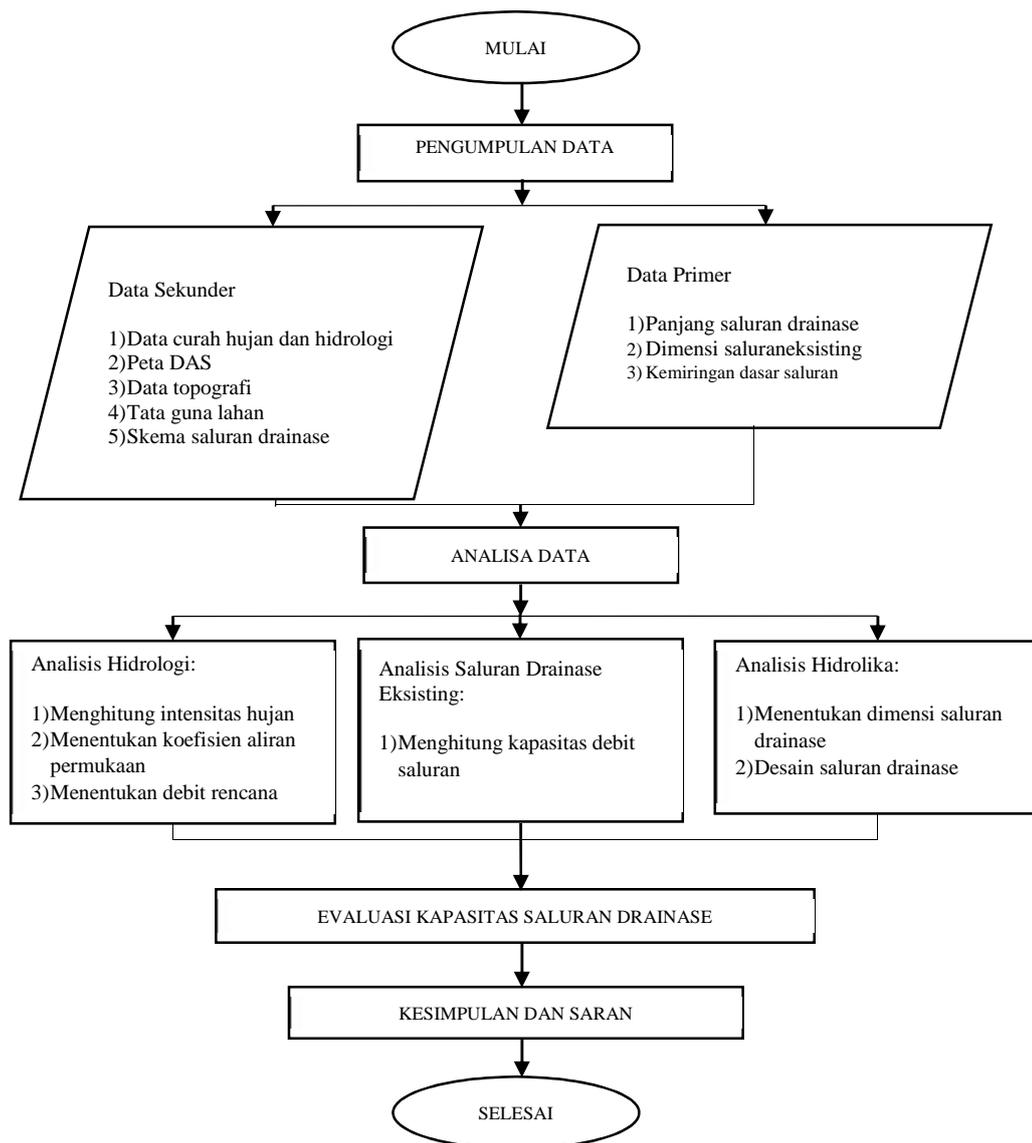
3.4. Prosedur Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, prosedur yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Studi kepustakaan untuk mendapatkan data teoritis yang berkaitan dengan penelitian. Data ini bersumber dari literatur yang sesuai dan memberikan informasi yang terkait dalam analisis yang akan dilakukan.
- b. Pengumpulan data sekunder untuk menganalisis kondisi lokasi penelitian dari waktu ke waktu. Data sekunder yang akan dikaji meliputi: peta administratif, peta tata guna lahan, dan peta DAS, data hujan dengan rentang waktu 10 tahun terakhir.
- c. Melakukan survey ke lokasi penelitian dan mencocokkan data dengan kondisi eksisting di lapangan.
- d. Melakukan analisis hidrologi dan menguji kevalidan data curah hujan untuk mengetahui intensitas curah hujan, koefisien aliran permukaan, serta menentukan debit rencana.
- e. Melakukan analisis kapasitas debit penampang pada saluran eksisting.
- f. Melakukan analisis hidrolika yang meliputi:
 - 1) Pemeriksaan debit saluran eksisting (Q_s) dengan debit rencana (Q_r).
 - 2) Membandingkan hasil Q_s dan Q_r , bila $Q_s > Q_r$ maka tidak perlu adanya redesain, namun bila $Q_s < Q_r$ maka perlu dilakukan redesain.
- g. Pelaporan.

3.5. Bagan Alir Penelitian

Untuk mempermudah memahami alur dari penelitian ini, berikut disajikan bagan alir penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 6. Bagan alir penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai analisis kapasitas saluran drainase JL. Wolter Monginsidi (dekat Hotel POP!) – JL. Kartini (depan BRI Finance) Kecamatan Tanjung Karang Pusat, Kota Bandar Lampung didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis hidrologi daerah tangkapan di Kecamatan Tanjung Karang Pusat memiliki intensitas hujan sebesar 37,7603 mm/jam dan debit banjir rencana sebesar 4.578 m³/s.
2. Kapasitas debit saluran drainase eksisting:
 - a) Pada saluran drainase di jalur kiri terbagi menjadi 7 segmen. Kapasitas debit eksisting untuk setiap segmennya sebagai berikut:
 - Segmen 1, $Q_{1\text{eksisting}} = 0,944 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 2, $Q_{2\text{eksisting}} = 1,480 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 3, $Q_{3\text{eksisting}} = 4,178 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 4, $Q_{4\text{eksisting}} = 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 5, $Q_{5\text{eksisting}} = 4,545 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 6, $Q_{6\text{eksisting}} = 3,304 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 7, $Q_{7\text{eksisting}} = 2,066 \text{ m}^3/\text{s}$
 - b) Pada saluran drainase di jalur kanan terbagi menjadi 5 segmen. Kapasitas debit eksisting untuk setiap segmennya sebagai berikut:
 - Segmen 1, $Q_{1\text{eksisting}} = 0,200 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 2, $Q_{2\text{eksisting}} = 0,986 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 3, $Q_{3\text{eksisting}} = 2,650 \text{ m}^3/\text{s}$

- Segmen 4, $Q_{4\text{eksisting}} = 2,162 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Segmen 5, $Q_{5\text{eksisting}} = 2,623 \text{ m}^3/\text{s}$
3. Dimensi saluran yang memenuhi debit rencana pada setiap segmennya:
- a) Pada saluran drainase jalur kiri terdapat 7 segmen, masing-masing dimensinya sebagai berikut:
- Segmen 1 : $h = 0,630 \text{ m}$; $b = 0,550 \text{ m}$; $A = 0,347 \text{ m}^2$; $Q = 1,055 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 2 : $h = 0,800 \text{ m}$; $b = 0,650 \text{ m}$; $A = 0,520 \text{ m}^2$; $Q = 1,654 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 3 : $h = 0,900 \text{ m}$; $b = 1,100 \text{ m}$; $A = 0,990 \text{ m}^2$; $Q = 4,670 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 4 : $h = 1,200 \text{ m}$; $b = 1,200 \text{ m}$; $A = 1,440 \text{ m}^2$; $Q = 1,273 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 5 : $h = 1,000 \text{ m}$; $b = 1,200 \text{ m}$; $A = 1,200 \text{ m}^2$; $Q = 5,080 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 6 : $h = 1,200 \text{ m}$; $b = 0,900 \text{ m}$; $A = 1,080 \text{ m}^2$; $Q = 3,692 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 7 : $h = 0,700 \text{ m}$; $b = 0,950 \text{ m}$; $A = 0,665 \text{ m}^2$; $Q = 2,309 \text{ m}^3/\text{s}$.
- b) Pada saluran drainase jalur kanan terdapat 5 segmen, masing-masing dimensinya sebagai berikut:
- Segmen 1 : $h = 0,480 \text{ m}$; $b = 0,600 \text{ m}$; $A = 0,288 \text{ m}^2$; $Q = 0,224 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 2 : $h = 0,650 \text{ m}$; $b = 0,550 \text{ m}$; $A = 0,358 \text{ m}^2$; $Q = 1,102 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 3 : $h = 0,900 \text{ m}$; $b = 1,200 \text{ m}$; $A = 1,080 \text{ m}^2$; $Q = 2,962 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 4 : $h = 0,800 \text{ m}$; $b = 1,000 \text{ m}$; $A = 0,800 \text{ m}^2$; $Q = 2,416 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Segmen 5 : $h = 0,950 \text{ m}$; $b = 1,000 \text{ m}$; $A = 0,950 \text{ m}^2$; $Q = 2,932 \text{ m}^3/\text{s}$.
4. Kapasitas debit eksisting pada sebagian besar segmen saluran drainase masih mampu menampung debit rencana dengan intensitas hujan kala ulang 5 tahun sehingga tidak perlu dilakukan peningkatan dimensi, kecuali pada segmen 4 yang perlu ditingkatkan dimensi kedalaman dan kelebarannya.

5.2. Saran

1. Perlunya dilakukan perencanaan dimensi saluran drainase yang lebih baik dan lebih serius di masa-masa yang akan datang oleh Pemerintah Daerah Kota Bandar Lampung melalui Dinas Pekerjaan Umum maupun Badan Perencana Pembangunan Daerah Kota Bandar Lampung.

2. Perlunya kerja sama yang sinergis antara pihak DPU, BAPPEDA, Masyarakat, LSM, Konsultan, dan Kontraktor dalam hal menjaga dan meningkatkan saluran-saluran drainase Kota Bandar Lampung.
3. Dilakukan perawatan dan pemeriksaan saluran secara berkala sehingga tidak terjadi penumpukan sedimentasi atau sampah pada saluran karena akan membuat dimensi saluran mengecil dan membuat kapasitas saluran tidak maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustri, MP. dan Asbi, AM. 2020. Tingkat Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung dan Upaya Pengurangannya Berbasis Penataan Ruang. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, ISSN: 2087 636X, Vol. 11, No. 1, Juni 2020: hlm 23-38.
- Amin, Mohammad. 2008. Perencanaan Tata Guna Lahan DAS Way Seputih Hulu Lampung Tengah Menggunakan Model Tata Air. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, Vol. 15. No.3, November 2008: 111-124
- Arifia, Dina. 2014. *Teori Tata Guna Lahan (Land Use)*. Solo:
- Butler, David., Digman, Christopher., Makropoulos, Christos., and Davies, John W. 2018. *Urban Drainage / Professor David Butler, Dr. Christopher Digman, Dr. Christos Makropoulos and Professor John W. Davies*. Taylor & Francis, CRC Press. Boca Raton. 546 hlm.
- BPS Kota Bandar Lampung. 2021. Kecamatan Tanjung Karang Pusat Dalam Angka 2021, Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik (BPS).
- Hasmar, Halim. 2012. *Drainase Terapan*. UII Press Yogyakarta: Yogyakarta.
- Kartawijaya, SA., Sutandi, A., dan Kurniawan, V. 2021. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Kelapa Gading. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, EISSN 2622-545X, Vol. 4, No. 2, Mei 2021: hlm 469-480.
- Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat. 2016. *Modul 07 Perhitungan Saluran dan Drainase*. Bandung: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi.
- Sinukaban, N.. 1995. Manajemen/ Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. *Makalah Penelitian Erosi dan Sedimentasi*. Puslitbang PU: Bandung
- Sosrodarsono dan Takeda. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramitha : Jakarta.
- Harto, Sri. 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia: Jakarta.

Suripin. 2004. *Teknik Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi: Yogyakarta.

Ramadhan, Arif. 2020. *Model Pergerakan Kota Bandar Lampung Berdasarkan Intensitas Guna Lahan*. Institut Teknologi Sumatera. Lampung.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Penerbit: Beta Offset, Yogyakarta. Linsley, R.K