

TUGAS AKHIR

DESAIN PENINGKATAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE KOTA SENGKANG STUDI KASUS KAWASAN PASAR SENTRAL

ENHANCEMENT OF THE DRAINAGE CHANNEL CAPACITY DESIGN IN SENGKANG CITY CASE STUDY OF CENTRAL MARKET AREA

**HAIRAH LAILA APRIANI
D011 18 1517**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

DESAIN PENINGKATAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE KOTA SENGKANG STUDI KASUS KAWASAN PASAR SENTRAL

Disusun dan diajukan oleh:

HAIRAH LAILA APRIANI

D011 18 1517

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 18 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

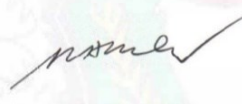
menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, MT
NIP: 196703191992032010



Dr. Ir. Riswal K, ST, MT
NIP: 197105052006041002

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hairah Laila Apriani
NIM : D011 18 1517
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

DESAIN PENINGKATAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE KOTA SENGKANG STUDI KASUS KAWASAN PASAR SENTRAL

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi//Tesis/Disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Hairah Laila Apriani
NIM: D011 18 1517

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**DESAIN PENINGKATAN KAPASITAS SALURAN DRAINASE KOTA SENGKANG STUDI KASUS KAWASAN PASAR SENTRAL**” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli ST., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Ibu Dr.Eng. Ir. Hj. Rita Tahir Lopa, M.T. PU-SDA**, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
4. **Bapak Dr. Ir. Riswal K, S.T., M.T.,IPM.**, selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Dr. Ir. Muhammad Hasbi, S.SOS., ST, MSP.**, dan Ibunda **Atirah** atas doa, kasih sayang, motivasi, dan segala dukungan selama ini, baik moral maupun material yang diberikan.

2. Saudara kandung yang tercinta yaitu, **Novitasari, Ida Fauziah, Trisnawati, Imas Fahrisa, Salwa Aulia Yulianti, Nurul Inayah,** dan **Muh Raihan Rofiq,** yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Pak **Idris,** Kak **Feri Fadlin,** Kak **Arfan Aminuddin,** dan Kak **Nabil** serta **Maulana Bagaswara Marsidi,** sebagai partner tim yang telah berjuang bersama selama proses penelitian berlangsung.
4. Saudara-saudari **Transisi** yang senantiasa memberikan warna yang sangat begitu indah, dukungan yang tiada henti semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan luput dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, 29 Mei 2022

Penulis

ABSTRAK

Permasalahan banjir dan genangan yang kerap terjadi di Kota Sengkang tiap tahunnya mengakibatkan terganggunya segala aktivitas masyarakat. Kota Sengkang adalah ibukota Kabupaten Wajo, Kecamatan Tempe yang merupakan salah satu pusat kota yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki luas wilayah sekitar 38,27 km² dan mempunyai topografi dataran rendah di bagian barat dan daerah perbukitan di bagian timur yang merupakan pusat kegiatan perdagangan, dan bidang layanan sosial lainnya. Hampir setiap tahun di Kota Sengkang terjadi bencana banjir yang diakibatkan oleh adanya intensitas curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan genangan di beberapa jalan yang tidak mengalir dengan baik menuju saluran pembuang. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi terhadap kondisi eksistising prasarana drainase yang ada di Kota Sengkang, guna menghitung besarnya debit yang masuk ke dalam saluran drainase dengan melakukan analisis hidrologi pada daerah tangkapan air (*catchment area*). Serta mencari upaya penanganan masalah genangan yang ada. metode penelitian yang digunakan adalah evaluatif dengan dua sumber data yaitu data primer dan data sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua saluran interseptor aman sedangkan saluran yang melebihi kapasitasnya dan tidak dapat mengalirkan air ke pembuangan akhir yaitu pada kawasan pasar sentral saluran collector 2 pada Jalan Andi Mori, saluran conveyor 1 pada Jalan Andi Malingkaan, dan saluran conveyor 2 pada Jalan R.A Kartini. Dilakukan normalisasi saluran dengan cara mengubah dimensi saluran. Perubahan dimensi saluran dilakukan hanya dengan mengubah tinggi dan lebar dari saluran drainase karena keterbatasan lahan.

Kata kunci: *Sistem Drainase, Kota Sengkang, Analisis hidraulika, Analisis hidrologi.*

ABSTRACT

The problem of flooding and inundation that often occurs in Sengkang City every year results in disruption of all community activities. Sengkang City is the capital of Wajo Regency, Tempe District which is one of the city centers in South Sulawesi Province which has an area of about 38.27 km² and has a lowland topography in the west and hilly areas in the east which is the center of activity. trade, and other areas of social service. Almost every year in Sengkang City there is a flood disaster caused by the high intensity of rainfall, causing puddles on several roads that do not flow properly to the sewer. This study aims to evaluate the existing condition of drainage infrastructure in Sengkang City, in order to calculate the amount of discharge that enters the drainage channel by conducting a hydrological analysis of the catchment area. As well as looking for efforts to deal with existing inundation problems. The research method used is evaluative with two data sources, namely primary data and secondary data. The results showed that all interceptor channels were safe while those that exceeded their capacity and could not drain water to final disposal were in the central market area, collector channel 2 on Jalan Andi Mori, conveyor channel 1 on Jalan Andi Malingkaan, and canal conveyor 2 on Jalan R.A Kartini. Therefore, normalization of the channel is carried out by changing the dimensions of the channel. Changes in the dimensions of the channel are carried out only by changing the height and wide of the drainage channel due to land limitations.

Keywords : *Drainage system, Sengkang City, Hydraulic analysis, Hydrological analysis.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Drainase	6
A.1 Sistem Drainase.....	6
A.1.1 Sumber Air Buangan.....	6
A.1.2 Fungsi Jaringan	7
A.1.3 Tata Letak.....	8
A.2 Susunan dan Fungsi Saluran dalam Jaringan Drainase.....	11
A.3 Prosedur Perancangan Tata Letak Sistem Jaringan Drainase	12
B. Analisis Hidrologi.....	13
B.1 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	13
B.2 Curah Hujan Rencana.....	15
B.3 Kapasitas Pengaliran / Debit Akibat Curah Hujan	25
C. Analisa Hidraulika	26
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	28
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	28

C.	Alat dan Bahan Penelitian	29
D.	Prosedur Penelitian	30
E.	Studi Literatur	32
F.	Metode Pengumpulan Data.....	32
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A.	Hasil Identifikasi Daerah Studi.....	34
B.	Analisis Hidrologi.....	36
B.1	Analisis Debit Banjir Rencana	36
B.2	Analisis Intensitas Hujan (I)	40
B.3	Analisis Curah Hujan Wilayah	41
C.	Analisa Hidraulika	47
D.	Analisa Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Rencana	53
D.1	Perhitungan Waktu Konsentrasi	53
D.2	Perhitungan Intensitas Hujan Pada Saluran Interseptor	55
D.3	Perhitungan Debit Banjir Rencana pada Saluran Interseptor tanpa Penyatuan Saluran	56
D.4	Perhitungan Debit Banjir Rencana Pada Saluran Interseptor Dengan Penyatuan Saluran	57
D.5	Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Banjir Rencana Pada Saluran Collector dengan Penyatuan Saluran.....	59
D.6	Perhitungan Intensitas Hujan dan Debit Banjir Rencana Pada Saluran Conveyor dengan Penyatuan Saluran	60
E.	Analisis Debit Saluran Eksisting	64
F.	Evaluasi Kapasitas Saluran Eksisting	66
G.	Upaya Penangan Masalah Genangan	68
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	71
A.	Kesimpulan	71
B.	Saran.....	72
	DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola Alamiah Saluran Drainase.....	9
Gambar 2. Pola Siku Saluran Drainase.....	9
Gambar 3. Pola Paralel Saluran Drainase	10
Gambar 4. Pola Grid Iron Saluran Drainase.....	10
Gambar 5. Pola Radial Saluran Drainase	11
Gambar 6. Pola Jaring Jaring Saluran Drainase	11
Gambar 7. Lokasi Penelitian	28
Gambar 8. Bagan Alur Penelitian	30
Gambar 9. Lokasi Penelitian Menggunakan Aplikasi ArchGIS	34
Gambar 10. Skema dan Arah Aliran Saluran Drainase	35
Gambar 11. Luasan Daerah Tangkapan Air.....	37
Gambar 12. Perhitungan Luasan DTA dan Koefisien Aliran Permukaan.....	38
Gambar 13. Pengukuran Panjang dan Elevasi Saluran Menggunakan Aplikasi Global Mapper pada Saluran Conveyor 2.....	48
Gambar 14. Pengukuran Panjang Lintasan Aliran Di Atas Permukaan Lahan (L) Menggunakan Aplikasi Google Earth pada Saluran Interseptor 1	49
Gambar 15. Konstruksi Saluran Terbuka	49
Gambar 16. Beda elevasi dan panjang Sungai Walanae Melalui Aplikasi Global Mapper	60
Gambar 17. Peta Penggunaan Lahan DAS Sungai Walanae.....	62
Gambar 18. Peta Simulasi Daerah Genangan	62
Gambar 19. Perbandingan Dimensi Saluran dari Sebelum dan Sesudah Mengalami Perubahan Dimensi	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pedoman Pemilihan Sebaran.....	17
Tabel 2. Faktor Reduksi Gumbel.....	19
Tabel 3. Koefisien Run Off.....	24
Tabel 4. Koefisien Run Off untuk lahan pertanian.....	24
Tabel 5. Koefisien Kekasaran Manning (n) untuk Drainase Perkotaan.....	27
Tabel 6. Klasifikasi Pada Saluran Drainase.....	35
Tabel 7. Koefisien Aliran Permukaan dan Luasan DAS pada saluran.....	38
Tabel 8. Luas Lahan dan Koefisien Limpasan.....	39
Tabel 9. Curah Hujan Stasiun Tosara.....	40
Tabel 10. Curah hujan Stasiun Lanringi.....	40
Tabel 11. Curah hujan Stasiun Tassipi.....	40
Tabel 12. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan.....	41
Tabel 13. Nilai Rata-Rata.....	41
Tabel 14. Perhitungan Standar Deviasi.....	42
Tabel 15. Perhitungan Koefisien Kemencengan.....	43
Tabel 16. Perhitungan Koefisien Kurtosis.....	44
Tabel 17. Pemilihan Distribusi yang Sesuai untuk Hujan Harian.....	44
Tabel 18. Distribusi Frekuensi Metode Log Pearson III.....	45
Tabel 19. Koefisien Kekerasan Manning (n) pada saluran yang ditinjau.....	48
Tabel 20. Rekapitulasi Pengukuran Saluran yang Masuk pada Data Primer.....	50
Tabel 21. Rekapitulasi Ukuran Saluran yang Masuk pada Data Sekunder.....	51
Tabel 22. Rekapitulasi Perhitungan Kecepatan dan Kemiringan Saluran.....	52
Tabel 23. Rekapitulasi Perhitungan Nilai Waktu Konsentrasi.....	54
Tabel 24. Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Hujan pada Saluran Interseptor.....	56
Tabel 25. Rekapitulasi Hitungan Debit Rencana Saluran Interseptor tanpa Penyatuan.....	57
Tabel 26. Rekapitulasi Hitungan Debit Rencana Saluran Interseptor dengan Penyatuan.....	58
Tabel 27. Rekapitulasi Hitungan Debit Rencana Saluran Collector dengan Penyatuan.....	60
Tabel 28. Rekapitulasi Perhitungan Penggunaan Lahan DAS Sungai Walanae.....	62
Tabel 29. Nilai Debit Rencana Pada Saluran Conveyor dengan Penyatuan.....	64
Tabel 30. Rekapitulasi Hitungan Debit Eksisting Saluran Interseptor.....	65

Tabel 31. Rekapitulasi Hitungan Debit Eksisting Saluran Collector	66
Tabel 32. Rekapitulasi Hitungan Debit Eksisting Saluran Conveyor	66
Tabel 33. Evaluasi Kapasitas Saluran Interseptor	67
Tabel 34. Evaluasi Kapasitas Saluran Collector	67
Tabel 35. Evaluasi Kapasitas Saluran Conveyor	68
Tabel 36. Perubahan Dimensi Saluran Eksisting Pada Saluran Collector	69
Tabel 37. Perubahan Dimensi Saluran Eksisting Pada Saluran Conveyor	69
Tabel 38. Perbandingan Dimensi Saluran dari Sebelum dan Sesudah Mengalami Perubahan Dimensi	69

BAB 1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banjir dan genangan yang terjadi di perkotaan maupun pedesaan yang padat penduduk, merupakan masalah umum yang masih saja terjadi sampai saat ini, masalah umum ini masih saja belum dapat ditangani dan seringkali menjadi konflik multi pihak. Banjir di setiap wilayah bisa disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya pada saat terjadinya pasang air laut dan di tambah adanya intensitas curah hujan yang tinggi dan berlangsung lama secara bersamaan, serta perubahan pada penggunaan tata guna lahan karena pembangunan yang dapat mengurangi daerah resapan yang juga mengakibatkan terjadinya banjir atau genangan.

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebih dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota tersebut. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi: permukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

Kota yang layak dan nyaman untuk ditinggali harus memiliki berbagai infrastruktur penunjang kehidupan, salah satunya adalah infrastruktur sistem drainase. Sistem drainase perkotaan yang baik menjadi suatu hal yang menunjang gaya hidup bersih dan sehat bagi masyarakat yang tinggal di kota tersebut. Apabila suatu kota tersebut memiliki sistem drainase yang buruk maka akan berdampak bagi masyarakat sekitar. Sistem drainase yang tidak memadai dapat disebabkan oleh daya tampung yang lebih kecil dari debit yang ada, kurangnya perawatan maupun sistem pengaliran dan pembuangan yang tidak sesuai. Jika

masalah tersebut tidak diperhatikan dan tidak diberi tindak lanjut dengan serius akan dapat menimbulkan masalah.

Sebagian besar wilayah dan kota yang ada di Indonesia dilanda bencana banjir setiap tahunnya disebabkan oleh sistem drainase yang tidak mampu mengalirkan air dengan baik. Dengan demikian perencanaan sistem drainase yang baik sangat diperlukan untuk menangani persoalan kelebihan air yang berada di atas permukaan, sehingga fungsi kawasan tersebut tidak terganggu dan dapat digunakan secara optimal.

Kota Sengkang adalah ibukota Kabupaten Wajo, Kecamatan Tempe yang merupakan salah satu pusat kota yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki luas wilayah sekitar 38,27 km² dan mempunyai topografi dataran rendah di bagian barat dan daerah perbukitan di bagian timur yang merupakan pusat kegiatan perdagangan, dan bidang layanan sosial lainnya. Hampir setiap tahun di Kota Sengkang terjadi bencana banjir yang diakibatkan oleh adanya intensitas curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan genangan di beberapa jalan yang tidak mengalir dengan baik menuju saluran pembuang. Kedudukannya sebagai pusat kota segala aktivitas berpusat disana sehingga konsekuensinya terjadi perubahan tata guna lahan dan bertambahnya koefisien pengaliran (*run off coefisient*) yang menyebabkan saluran-saluran yang ada tidak mampu lagi mengalirkan debit air hujan sehingga terjadi limpasan. Penyebab bencana banjir di kota tersebut juga diakibatkan karena kondisi fisik saluran drainase mengalami penurunan kapasitas sistem yang diakibatkan karena adanya sedimentasi seperti tanah dan sampah. Selain itu, berbagai kebiasaan dan perilaku masyarakat yang tidak peduli dan kurangnya kesadaran dengan lingkungan yang merupakan faktor terjadinya banjir.

Berdasarkan uraian di atas, bahwa permasalahan banjir dan genangan yang kerap terjadi di Kota Sengkang tiap tahunnya mengakibatkan terganggunya segala aktifitas masyarakat. Maka hal terbut menjadi dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian berjudul **“Desain Peningkatan Kapasitas Saluran Drainase Kota Sengkang Studi Kasus Kawasan Pasar Sentral”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana debit banjir saluran drainase di Kota Sengkang Kawasan Pasar Sentral?
2. Bagaimana kapasitas saluran drainase eksisting di Kota Sengkang Kawasan Pasar Sentral?
3. Bagaimana alternatif penyelesaian dalam mengatasi masalah genangan di Kota Sengkang Kawasan Pasar Sentral?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap kondisi eksisting prasarana drainase di Kota Sengkang sebagai berikut :

1. Menganalisis besarnya debit yang masuk ke dalam saluran drainase.
2. Menganalisis kapasitas saluran hidraulika.
3. Menetapkan upaya penanganan masalah genangan.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu :

1. Diharapkan dapat dijadikan sebagai evaluasi dan bahan pertimbangan bagi instansi yang terkait untuk menyelesaikan permasalahan mengenai kondisi jaringan drainase di Kota Sengkang.
2. Sebagai bahan kajian untuk mengetahui kapasitas debit banjir drainase Kota Sengkang yang nantinya dapat dijadikan sebagai acuan perencanaan ulang drainase.
3. Memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dalam studi yang terkait dan dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk kajian penelitian lebih lanjut.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan di daerah kawasan Pasar Sentral Kota Sengkang.
2. Data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder yang didapatkan pada penyedia data pemerintah setempat.

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini untuk menghasilkan penulisan yang baik dan terarah serta memudahkan pembaca memahami uraian secara sistematis, maka tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab sebagai berikut :

BAB 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan memuat suatu gambaran secara singkat dan jelas tentang latar belakang mengapa penelitian ini perlu dilaksanakan. Dalam pendahuluan ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi mengenai teori-teori yang relevan dengan topik permasalahan yang dijadikan sebagai landasan atau acuan dalam melakukan penelitian dan memberikan gambaran mengenai metode pemecahan masalah yang akan digunakan pada penelitian ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi prosedur penelitian yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini memuat hasil-hasil pengujian serta analisa data perhitungan menggunakan rumus-rumus empiris diantaranya adalah

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari penulisan tugas akhir yang memuat kesimpulan hasil dari analisis penelitian yang disertai dengan saran-saran mengenai keseluruhan penelitian maupun untuk penelitian yang akan datang.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebih dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada Kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya yang ada di Kawasan kota tersebut. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi : Pemukiman, Kawasan industri & perdagangan, sekolah, rumah sakit & fasilitas umum lainnya, lapangan olah raga, lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik & telekomunikasi, Pelabuhan udara, Pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

Sistem drainase berkelanjutan adalah pengelolaan drainase yang dimulai dari pemanfaatan air hujan, menyimpan limpasan, membiarkan air meresap, mengendapkan sedimen, dan menyerap polutannya secara perlahan ke badan air (Rita Lopa, 2015)

A.1 Sistem Drainase

Jaringan drainase perkotaan meliputi seluruh alur air, baik alur alam maupun alur buatan yang hulunya terletak di kota dan bermuara di sungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut. Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*sub surface drainage*), untuk dibuang ke sungai, laut atau danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah domestik maupun air limbah industri. Drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan lain-lain.

A.1.1 Sumber Air Buangan

Secara umum sumber-sumber air buangan kota dibagi dalam kelompok-kelompok (d disesuaikan dengan perencanaan air minum yang ada), diantaranya :

1. Dari rumah tangga

2. Dari perdagangan
3. Dari industri sedang dan ringan
4. Dari Pendidikan
5. Dari Kesehatan
6. Dari tempat peribadatan
7. Dari sarana rekreasi

Untuk menghindari terjadinya pembusukan dalam pengaliran air buangan harus sudah tiba di bangunan pengolahan tidak lebih dari 18 jam, untuk daerah tropis.

Dalam perencanaan, estimasi mengenai total aliran air buangan dibagi dalam 3 hal yaitu:

1. Air buangan domestik : maksimum aliran air buangan domestik untuk daerah yang dilayani pada periode waktu yang tertentu.
2. Infiltrasi air permukaan (hujan) dan air tanah (pada daerah pelayanan dan sepanjang pipa).
3. Air buangan industri dan komersial : tambahan aliran maksimum dari daerah-daerah industri dan komersial.

A.1.2 Fungsi Jaringan

Pada sistem pengumpulan air buangan yang diperhatikan ada 2 macam air buangan, yaitu air hujan dan air kotor (bekas).

Cara atau sistem buangan ada 3, yaitu :

1. Sistem Terpisah (*Separate System*)

Air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah. Pemisahan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain :

- a. Periode musim hujan dan kemarau yang terlalu lama
- b. Kuantitas yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan.
- c. Air buangan memerlukan pengolahan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak perlu dan harus secepatnya dibuang ke sungai yang terdapat pada daerah yang ditinjau.

2. Sistem tercampur (*Combined System*)

Air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama. Saluran ini harus tertutup. Pemilihan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan, antara lain :

- a. Debit masing-masing buangan relatif kecil sehingga dapat disatukan.
- b. Kuantitas air buangan dan air hujan tidak jauh berbeda.
- c. Fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relatif kecil.

3. Sistem kombinasi (*Pscudo Separate System*)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengecer dan penggelontor. Kedua saluran ini tidak Bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaan interseptor.

Beberapa faktor yang dapat digunakan dalam menentukan pemilihan sistem adalah :

- a. Perbedaan yang besar antara kuantitas air buangan yang akan disalurkan melalui jaringan penyalur air buangan dan kuantitas curah hujan pada daerah pelayanan.
- b. Umumnya di dalam kota dilalui sungai-sungai dimana air hujan secepatnya dibuang ke dalam sungai-sungai tersebut.
- c. Periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tidak tetap.

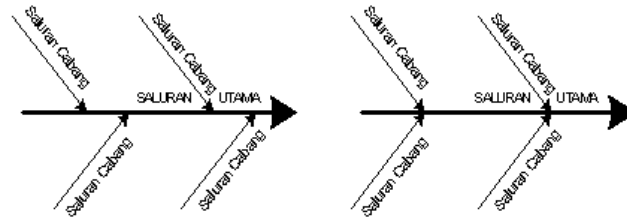
Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka secara teknis dan ekonomis sistem yang memungkinkan untuk diterapkan adalah sistem terpisah antara air buangan rumah tangga dan air buangan yang berasal dari air hujan. Jadi air yang akan diolah dalam bangunan pengolahan air buangan hanya berasal dari aktivitas penduduk dan industri.

A.1.3 Tata Letak

Alternatif tata letak saluran drainase Beberapa contoh model tata letak saluran yang dapat diterapkan dalam perencanaan jaringan irigasi meliputi:

1. Pola alamiah

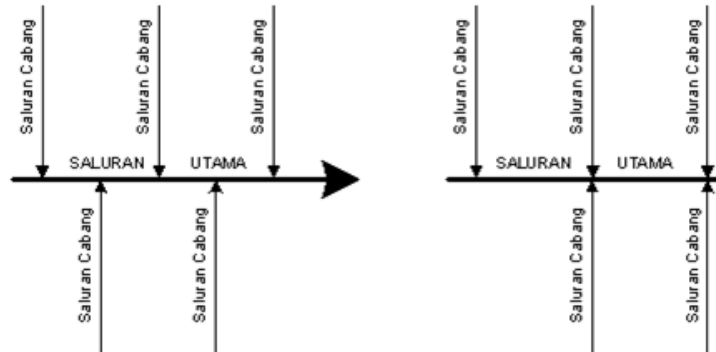
Letak conveyor drain ada dibagian terendah (lembah) dari suatu daerah (alam) yang secara efektif berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada (collector drain), dimana collector maupun conveyor drain merupakan saluran alamiah.



Gambar 1. Pola Alamiah Saluran Drainase

2. Pola siku

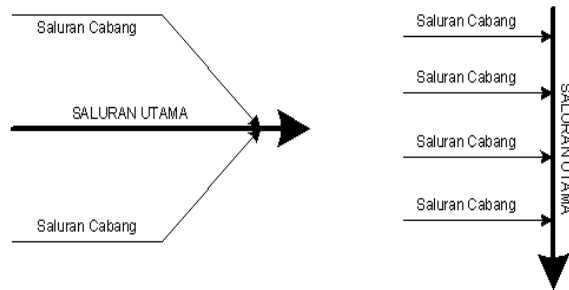
Conveyor drain (b) di lembah dan merupakan saluran alamiah, sedangkan conveyor drain dibuat tegak lurus dari conveyor drain.



Gambar 2. Pola Siku Saluran Drainase

3. Pola paralel

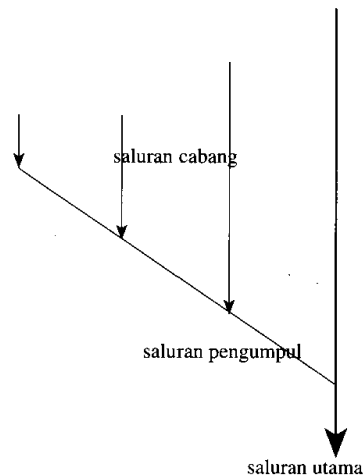
Collector drain yang menampung debit dari sungai-sungai yang lebih kecil, dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian masuk ke dalam conveyor drain.



Gambar 3. Pola Paralel Saluran Drainase

4. Pola “Grid Iron”

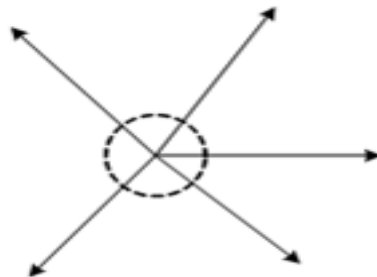
Beberapa interceptor drain dibuat satu sama lain sejajar, kemudian ditampung di collector drain untuk selanjutnya masuk ke dalam conveyor drain.



Gambar 4. Pola Grid Iron Saluran Drainase

5. Pola Radial

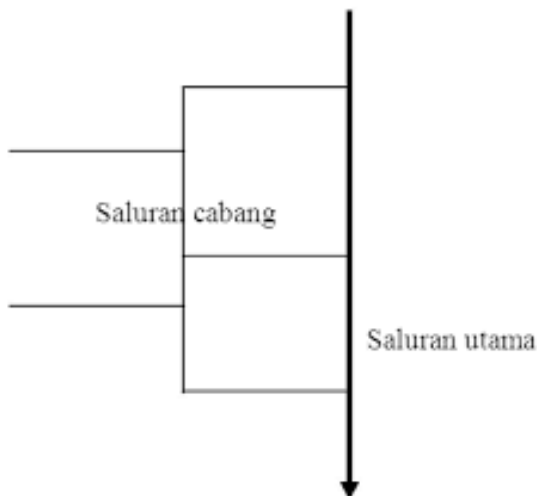
Suatu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa collector drain dari suatu titik menyebar ke segala arah (sesuai dengan kondisi topografi daerah)



Gambar 5. Pola Radial Saluran Drainase

6. Pola Jaring-jaring

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lainnya, maka dapat dibuat beberapa interceptor drain (a) yang kemudain ditampung ke dalam saluran collector (b) dan selanjutnya dialirkan menuju saluran conveyor.



Gambar 6. Pola Jaring Jaring Saluran Drainase

A.2 Susunan dan Fungsi Saluran dalam Jaringan Drainase

Dalam pengertian jaringan drainase, maka sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya, jenis saluran dapat dibedakan menjadi :

1. Interceptor drain

Saluran interceptor adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain dibawahnya. Saluran ini biasa dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran collector atau conveyer, atau langsung di natural drainage (drainase alam).

2. Collector drain

Saluran collector adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran, drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran conveyer (pembawa).

3. Conveyer drain

Saluran conveyer adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui. Letak saluran conveyer di bagian terendah lembah dari suatu daerah, sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.

A.3 Prosedur Perancangan Tata Letak Sistem Jaringan Drainase

Untuk menjamin berfungsinya suatu sistem jaringan drainase perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Pola arah aliran

Dengan melihat peta topografi kita dapat menentukan arah aliran yang merupakan natural drainage system yang terbentuk secara alamiah, dan dapat mengetahui toleransi lamanya genangan dari daerah rencana.

2. Situasi dan kondisi fisik kota

Informasi situasi dan kondisi fisik kota baik yang ada (eksisting) maupun yang sedang direncanakan perlu diketahui, antara lain :

- a. Sistem jaringan yang ada (drainase, irigasi, air minum, telephon, Listrik, dan sebagainya).
- b. Bottle neck yang mungkin ada.

- c. Batas-batas daerah pemilikan.
- d. Letak dan jumlah prasarana yang ada.
- e. Tingkat kebutuhan drainase yang diperlukan.
- f. Gambaran prioritas daerah secara garis besar.

B. Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Secara khusus dalam buku Hidrologi Teknik (Soemarto, 1999) hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan, dan di dalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini (Soemarto,1999). Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

B.1 Analisis Distribusi Curah Hujan

Data curah hujan dan debit merupakan data yang paling fundamental dalam evaluasi saluran drainase. Ketetapan dalam memilih lokasi dan peralatan baik curah hujan maupun debit merupakan faktor yang menentukan kualitas data yang diperoleh. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Daerah tangkapan pada saluran drainase mikro relatif sempit, sehingga data curah hujan layak diwakili oleh stasiun hujan yang terekat/paling berpengaruh terhadap daerah

tangkapan air tersebut. Dalam menentukan hujan rata-rata pada daerah tersebut dapat dilakukan perhitungan dengan 3 (tiga) metode, yaitu sebagai berikut.

a. Metode rata-rata aljabar

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rata-rata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*).

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_{ni}}{n} \quad (1)$$

dengan :

d = curah hujan rata-rata DAS (mm)

d_1, d_2, \dots, d_n = curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

b. Metode polygon Thiessen

Digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata dengan asumsi bahwa variasi hujan antara stasiun hujan yang satu dengan yang lainnya adalah linier. Metode ini menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luas pengaruh tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan stasiun menjadi hujan daerah yang bersangkutan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar DAS yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung di antara masing-masing stasiun dan ditarik garis sumbu tegak lurus. Curah hujan daerah metode poligon Thiessen dihitung dengan persamaan berikut.

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i d_i}{A_i} \quad (2)$$

d = curah hujan daerah (mm)

$A_1 - A_n$ = luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun (km^2), dan
 $d_1 - d_n$ = curah hujan yang tercatat di stasiun (mm)

c. Metode isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya.

B.2 Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramalkan besarnya hujan dengan periode ulang tertentu (Soewarno, 1991). Berdasarkan curah hujan rencana dapat dicari besarnya intensitas hujan (analisis frekuensi) yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan teori probability distribution dan yang biasa digunakan adalah sebaran Gumbel tipe I, sebaran *Log Pearson* tipe III, sebaran Normal dan sebaran Log Normal. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut.

a. Pemilihan Parameter Statistik

1. Nilai Rata Rata

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (dS), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck). Perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 20 tahun terakhir. Nilai Rata-rata (\bar{X}), rumusnya adalah:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

Dengan :

- (\bar{X}) = nilai rata-rata curah hujan (mm),
 x_i = curah hujan rencana tahunan (mm), dan
 n = jumlah data

2. Deviasi Standar

Ukuran sebaran yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai ds akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai ds akan kecil. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Soewarno, 1991) :

$$ds = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Dengan :

- ds = deviasi standar

3. Koefisien Variasi

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1991) :

$$c_v = \frac{ds}{\bar{X}} \quad (5)$$

Dengan :

- c_v = koefisien variasi curah hujan,
 ds = deviasi standar curah hujan, dan
 \bar{X} = nilai rata-rata curah hujan.

4. Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Jika dirumuskan dalam suatu persamaan adalah sebagai berikut (Soewarno, 1991) :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)ds^3} \quad (6)$$

Dengan :

- C_s = koefisien skewness,
 n = jumlah data,
 x_i = data hujan atau debit ke-1, dan
 \bar{X} = nilai rata-rata dari data sampel curah hujan

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)ds^4} \quad (7)$$

Dengan :

- C_k = koefisien Kurtosis,
 n = jumlah data,
 x_i = data hujan atau debit ke-1, dan
 \bar{X} = nilai rata-rata dari data sampel curah hujan.
 ds = standar deviasi dari sampel curah hujan

b. Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran

Masing-masing sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing sebaran tersebut pemilihan sebaran yang tidak benar dapat mengundang kesalahan perkiraan yang cukup besar. Pengambilan sebaran secara sembarang tanpa pengujian data hidrologi sangat tidak dianjurkan. Penentuan jenis sebaran yang akan digunakan untuk analisis frekuensi dapat dipakai beberapa cara sebagai berikut.

Tabel 1. Pedoman Pemilihan Sebaran

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$

No	Distribusi	Persyaratan
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	<i>Log Person III</i>	Selain dari data di atas

Sumber : Triadmojo (2008)

Distribusi data dapat ditentukan menggunakan tabel parameter statistic (Triadmojo,2008).Distribusi yang dapat digunakan ada persyaratannya, persyaratan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Distribusi Normal

Persamaan yang digunakan dalam distribusi ini adalah:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (8)$$

Dengan :

$F(z)$ = probabilitas kumulatif distribusi normal

π = rata-rata dari nilai x,

z = factor frekuensi dari distribusi normal

2. Distribusi Log Normal

Ada 2 cara perhitungan distribusi gumbel, yaitu dengan fungsi densitas kumulatif dan tabel. Rumus fungsi densitas kumulatif yaitu :

$$\begin{aligned} X_t &= u + \alpha y_t & (9) \\ \alpha &= \frac{\sqrt{6\delta}}{\pi} \\ u &= x - 0,5772\alpha \\ y_t &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \end{aligned}$$

Atau dengan tabel, persamaan dasarnya adalah :

$$X_t = x + \frac{y_t - y_n}{\sigma_n} ds \quad (10)$$

Dengan :

X_t = nilai curah hujan rencana dengan periode T,

X	= nilai rata-rata,
y_t	= faktor reduksi gumbel (tabel),
T	= periode ulang
u	= modus dari distribusi,
ds	= deviasi standar,
n	= jumlah data, dan
y_n	= nilai rata-rata

Tabel 2. Faktor Reduksi Gumbel

T (periode ulang)	Faktor Reduksi (y_t)
2	0,36651
5	1,994
10	2,25037
20	2,97019
50	4,60015
100	5,29561

3. Distribusi Gumbel

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\delta\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{(Y-\mu Y)^2}{2\delta Y}} dy \quad (11)$$

Dengan :

F (z)	= probabilitas kumulatif distribusi log normal,
μ	= rata-rata dari nilai y,
z	= faktor frekuensi dari distribusi log normal, dan
δ	= deviasi standar nilai y.

4. Distribusi Log Person III

Digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran

Log-Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran *Log-Pearson* Tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Metode *Log-Pearson* Tipe III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999).

$$y_t = \bar{y} + (K_T \times ds_y) \quad (12)$$

Dengan :

- y_t = nilai logaritmik dari x atau $\log (X_i)$,
 \bar{y} = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai ds_y ,
 ds_y = Deviasi standar nilai y, dan
 K = Karakteristik distribusi peluang *Log-Pearson* tipe III

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut.

- 1) Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log (X_1), \log (X_2), \log (X_3), \dots, \log (X_n)$
- 2) Menghitung harga rata-rata

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \int_{i=1}^n y_i$$

Dengan :

- \bar{y} = nilai rata-rata curah hujan (mm),
 y_i = curah hujan rencana tahunan (mm), dan
 n = jumlah data.

- 3) Menghitung harga standar deviasi (ds_y)

$$ds_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (13)$$

ds_y = Deviasi standar variable y

- 4) Menghitung koefisien *skewness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^3}{(n-1)(n-2) ds_y^3} \quad (14)$$

C_s = koefisien *skewness*

1. Kala Ulang Hujan

Menurut Edisono (1997), Kala ulang hujan adalah waktu dimana hujan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Misalnya, hujan dengan periode ulang 25 tahun berarti dalam 25 tahun kemungkinan hujan dengan besaran yang sama atau dilampaui akan terjadi sekali. Penggunaan kala ulang didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dalam kala ulang tertentu. Maka harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi jam-jaman atau menitan. Penggunaan kala ulang untuk perencanaan adalah sebagai berikut.

- a. Saluran interseptor : Kala ulang 2 Tahun
- b. Saluran collector : Kala ulang 5 Tahun
- c. Saluran conveyer : Kala ulang 10 Tahun

Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia, dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Gumbel, Log Normal, Log Person III dan sebagainya. (Notodihardjo,dkk, 1998).

2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Suripin, 2004). Rumus yang dipakai adalah rumus menurut Dr. Mononobe dalam Suripin (2004), karena data hujan jangka pendek tidak ada, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus seperti dibawah ini :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (15)$$

Dengan :

- I = intensitas curah hujan lama hujan t (mm/jam),
- t = lamanya curah hujan (jam), dan
- R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm).

3. Debit Banjir Rencana

Debit rencana sistem drainase dihitung berdasarkan hubungan antara hujan dan aliran. Besarnya aliran sangat ditentukan oleh besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah pengaliran sungai, lama waktu hujan dan karakteristik daerah pengaliran itu. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan debit banjir rencana adalah Metode Rasional. Metode ini banyak digunakan untuk perencanaan drainase daerah pengaliran yang relatif sempit, kurang dari 300 ha. Rumus rasional ini berorientasi pada hitungan debit puncak. Bentuk umum rumus rasional adalah :

$$Q_P = CI_{tc,p}A \quad (16)$$

Dengan :

- Q_P = debit puncak (m^3/s) untuk kala ulang T tahun,
- C = koefisien run-off, yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air,
- $I_{tc,p}$ = intensitas hujan rata-rata (mm/jam) untuk waktu konsentrasi (t_c) dan kala ulang T tahun, dan
- A = luas daerah tangkapan air (ha).

4. Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut.

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (17)$$

Dimana t_c adalah waktu konsentrasi dalam jam, L panjang saluran utama dalam km, dan S kemiringan rata-rata saluran utama dalam m/m. Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu (1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat t_o dan (2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran t_d , sehingga

$$t_c = t_o + t_d \quad (18)$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right) \quad (19)$$

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60V} \right) \quad (20)$$

Dengan :

- n = angka kekerasan Manning,
- S = kemiringan lahan,
- L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),
- L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m),
- V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

5. Koefisien *Run-off*

Koefisien *run-off* merupakan merupakan proses pengaliran air hujan yang melimpas (*run-off*) di atas permukaan tanah, jalan, kebun, dan lain-lain kemudian dialirkan masuk ke dalam saluran drainase. Koefisien *run-off* ditentukan berdasarkan tipe tata guna lahan pada daerah *catchment area* tersebut.

$$C_{\text{komposit}} = \frac{\sum(C \times A)}{\sum(A)} \quad (21)$$

Dengan :

- C = koefisien *run-off*, yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air, dan
- A = luas daerah tangkapan air (ha).

Tabel 3. Koefisien Run Off

Diskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran, C
Business	
1. Perkotaan	0,70-0,95
2. Pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	
1. Rumah Tunggal	0,30 - 0,50
2. Multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
3. Multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
4. Perkampungan	0,25 - 0,40
5. Apartemen	0,50 - 0,70
Industri	
1. Ringan	0,50 - 0,80
2. Berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	
1. Aspal dan Beton	0,70 - 0,95
2. Batu bata, paving	0,50 - 0,70
Atap	0,75 - 0,95
Halaman, tanah berpasir	
1. Datar 2%	0,05 - 0,10
2. Rata-rata, 2-7%	0,10 - 0,15
3. Curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman, tanah berat	
1. Datar 2%	0,13 - 0,17
2. Rata-rata, 2-7%	0,18 - 0,22
3. Curam, 7%	0,25 - 0,35

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 4. Koefisien Run Off untuk lahan pertanian

Vegetasi dan Topografi	Kelas Tekstur Tanah		
	Lempung berpasir	Liat dan Lempung berdebu	Liat berdebu
Hutan			
Datar (lereng < 5 %)	0,1	0,3	0,4
Bergelombang (5 - 10%)	0,25	0,35	0,5
Berbukit-bergunung (>25%)	0,3	0,5	0,6
Alang-Alang			
Datar (lereng < 5 %)	0,1	0,3	0,4
Bergelombang (5 - 10%)	0,16	0,36	0,55
Berbukit-bergunung (>25%)	0,22	0,42	0,6
Pertanian			
Datar (lereng < 5 %)	0,3	0,5	0,6
Bergelombang (5 - 10%)	0,4	0,6	0,7
Berbukit-bergunung (>25%)	0,52	0,72	0,82

Sumber :Sivanappan R.K (1992)

B.3 Kapasitas Pengaliran / Debit Akibat Curah Hujan

1. Metode Rasional

Metode rasional (U.S Soil Conservation Service, 1973) adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan besarnya air larian puncak (peak runoff). Metode ini relative mudah digunakan karena diperuntukkan pemakaian pada DAS berukuran kecil, kurang dari 300 ha (Gold man et al, 1986).

Persamaan matematik metode rasional :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (22)$$

Dimana :

Q = air larian (debit) puncak (m^3/dt)

C = Koefisien air larian

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas Wilayah DTA (km^2)

0,278 = Faktor konversi

Intensitas hujan ditentukan dengan memperkirakan waktu konsentrasi (time of concentration, T_c) untuk DTA bersangkutan dan menghitung intensitas hujan maksimum untuk periode berulang (return period) tertentu dan waktu hujan sama dengan T_c . Bila $T_c = 1$ jam maka intensitas hujan terbesar yang harus digunakan adalah curah hujan 1-jam.

2. Koefisien Tampungan

Apabila daerah bertambah besar maka pengaruh tampungan dalam pengurangan debit puncak banjir semakin nyata. Untuk menghitung pengaruh tampungan pada metode rasional yang ada ($Q = C.I.A$) dikaitkan dengan koefisien tampungan C_s . Dimana rumus dari koefisien tampungan adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{2t_c}{2t_c + t_d} \quad (23)$$

Dengan :

C_s = Koefisien penampungan

t_c = waktu konsentrasi (jam)

t_d = waktu pengaliran dalam saluran (menit)

C. Analisa Hidraulika

Menurut (Chow 1985), dimensi saluran drainase dihitung dengan pendekatan rumus-rumus aliran seragam dan mempunyai sifat-sifat diantaranya :

- a. Dalam aliran, luas penampang lintasan aliran kecepatan dan debit akan tetap pada tiap-tiap penampang lintasan.
- b. Garis energi serta dasar saluran akan dapat sejajar.

Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*), permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran pipa tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran pipa permukaan air secara langsung tidak dipengaruhi oleh tekanan udara luar, kecuali hanya oleh tekanan hidraulik yang ada dalam aliran saja.

Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mengevaluasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana. Kapasitas saluran drainase dihitung berdasarkan kondisi penampang melintang, saluran drainase pada lokasi penampang yang ditentukan. Perhitungan kapasitas saluran drainase dapat dihitung dengan menggunakan persamaan-persamaan di bawah :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (24)$$

$$Q = V \times A \quad (25)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (26)$$

$$S = \frac{\Delta h}{L_s} \quad (27)$$

Dengan :

V = kecepatan aliran dalam saluran drainase (m/s),

R = radius hidrolis (m),

- Δh = beda elevasi (m),
 L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m),
 S = kemiringan saluran drainase (m),
 A = luas penampang basah saluran drainase (m^3)
 P = keliling basah saluran drainase (m),
 Q = debit aliran (m^3/s), dan
 n = koefisien kekasaran *manning*.

Koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan (Notodihardjo,dkk,1998) mengacu pada tabel Koefisien kekasaran Manning untuk drainase perkotaan. Detail tabel dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Kekasaran Manning (n) untuk Drainase Perkotaan

Jenis Saluran	Koefisien Manning (n)
Saluran galian	
1. Saluran tanah	0,022
2. Saluran pada batuan, digali merata	0,035
Saluran dengan lapisan perkerasan	
1. Lapisan beton seluruhnya	0,015
2. Lapisan beton pada kedua sisi saluran	0,02
3. Lapisan blok beton pracetak	0,017
4. Pasangan batu, diplester	0,02
5. Pasangan batu, diplester pada kedua sisi saluran	0,022
6. Pasangan batu, diarsir	0,025
7. Pasangan batu kosong	0,03
Saluran alam	
1. Berumput	0,027
2. Semak-semak	0,05
3. Tidak beraturan, banyak semak dan pohon	0,15

Sumber : (Notodihardjo,dkk, 1998)