

TUGAS AKHIR
ANALISIS DIMENSI SALURAN DRAINASE DIKAWASAN JALAN SULTAN
SYAHRIR KOTA PAINAN KABUPATEN PESISIR SELATAN

Disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Bung Hatta

Oleh :

NAMA : FINKY MAY CHELLVIN

NPM : 1810015211240



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2025

LEMBAR PENGESAHAN TIM INSTITUSI

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DIMENSI SALURAN DRAINASE
DIKAWASAN JALAN SULTAN SYAHRIR KOTA
PAINAN KABUPATEN PESISIR SELATAN**

(Studi Kasus : Painan, Kecamatan VI Jurai, Kabupaten Pesisir Selatan)

Oleh:

Nama : Finky May Chellvin

NPM : 1810015211240

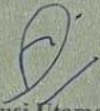
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 21 Maret 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Dr. Ir. Lusi Utama, MT

Pembimbing II

Dr. Eng. Yulcherlina, ST., MT

Dekan FTSP

Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Rini Mulyani, ST., MSc(Eng)

Dr. Eng. Khadavi, ST., MT

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI SALURAN DRAINASE
DIKAWASAN JALAN SULTAN SYAHRIR KOTA
PAINAN KABUPATEN PESISIR SELATAN

(Studi Kasus : Painan, Kecamatan VI Jural, Kabupaten Pesisir Selatan)

Oleh:

Nama : Finky May Chellvin

NPM : 1810015211240

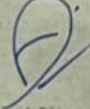
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 21 Maret 2025

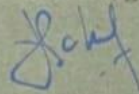
Disetujui oleh:

Pembimbing I



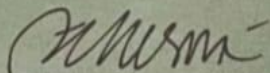
Dr. Ir Lusi Utama, MT

Pembimbing II



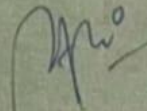
Dr. Eng. Yulcherlina, ST., MT

Penguji I



Dr. Zuherma Mizwar, ST., MT

Penguji II 24/3/25



Zufrimar, ST., MT



UNIVERSITAS BUNG HATTA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TUGAS AKHIR

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta,

Nama Mahasiswa : Finky May Chellvin

Nomor Pokok Mahasiswa : 1810015211240

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul
“ANALISIS DIMENSI SALURAN DRAINASE DIKAWASAN JALAN SULTAN
SYAHRIR KOTA PAINAN KABUPATEN PESISIR SELATAN” adalah :

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metode kesipilan.
- 2) Bukan merupakan duplikasi Karya Tulis yang sudah diduplikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian- bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka Karya Tulis Tugas Akhir ini batal.

Padang, 25 Maret 2025

Yang membuat pernyataan

(Finky May Chellvin)

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
DAFTAR ISI.....	I
DAFTAR GAMBAR	III
DAFTAR TABEL.....	IV
BAB 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 Metode Penelitian	3
1.6 Manfaat Penulisan.....	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Drainase	6
2.2 Fungsi Drainase	6
2.3 Sistem Jaringan Drainase.....	8
2.4 Jenis-Jenis drainase.....	8
2.5 Pola Jaringan Drainase.....	10
a. Jaringan Drainasei Siku	10
b. Jaringan Drainasei Pararel	10
c. Jaringan Drainasei Gridi Iron.....	11
d. Jaringan Drainasei Alamiah.....	11
e. Jaringan Drainasei Radial	12
2.6 Bentuk Penampang Saluran Drainase.....	12
a. Persegii Panjang	13
b. Trapesium	13
c. Segitiga.....	13
d. Lingkaran	14
2.7 Dimensi Saluran.....	14
2.8 Siklus Hidrologi.....	16
2.9 Analisis Hujan	16

2.10 Banjir.....	33
2.11 Permasalahani Drainase	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian.....	35
3.2 Studi Literatur	35
3.3 Peralatan.....	35
3.4 Sumber Data.....	36
a. Data Primer	36
b. Data sekunder.....	36
3.5 Metode Pengolahan Data	36
a. Analisa Peta DAS.....	36
b. Analisa Peta Poligon Thieseen.....	36
3.6 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian	39
BAB IV PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil Observasi Lapangan	40
4.2 Analisa Peta	41
4.3 Analisa Curah Hujan.....	43
4.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan	44
4.5 Uji Kesesuaian Data.....	50
4.6 Analisa Intesitas Curah Hujan	63
4.7 Analisa Debit Rencana.....	67
4.8 Analisa Saluran Terbuka.....	74
4.9 Analisa Gorong-gorong	77
4.10 Perhitungan air balik (Back Water)	79
4.11 Validasi Penampang Saluran	79
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Banjir Di jalan Sultan Syahrir.....	2
Gambar 2.1 Jaringan Drainase Siku.....	10
Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Pararel	11
Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron.....	11
Gambar 2.4 Pola Jarinagn Drainase Alamiah	11
Gambar 2.5 Pola jaringan Drainase Radial.....	12
Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring.....	12
Gambar 2.7 Saluran Bentuk Persegi	13
Gambar 2,8 Saluran Bentuk Trapesium.....	13
Gambar 2.9 Saluran Bentuk Segitiga.....	14
Gambar 2.10 Saluran Bentuk Lingkaran	14
Gambar 2.11 Siklus Hidrologi	16
Gambar 2.12 Metode Poligon Thiessen.....	18
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Denah Arah Aliran.....	40
Gambar 4.2 Lokasi Penelitian.....	42
Gambar 4.3 Pos Stasiun Curah Hujan.....	42
Gambar 4.4 Kurva IDF	63
Gambar 4 5 Denah layanan dan Kebutuhan Air Sarana	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Manning	15
Tabel 2.2 Nilai K_T	20
Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi Gauss	22
Tabel 2.4 Reduced Mean(Y_n)	23
Tabel 2.5 Reduced standard deviation (S_n)	23
Tabel 2.6 Reduced variate (Y_{Tr})	24
Tabel 2.7 Nilai Kritis Distribusi Probabilitas Chi-Kuadrat (X^2_{cr})	26
Tabel 2.8 Nilai kritis D_i untuk uji Smirnov-Kolmogorov	28
Tabel 2.9 Wilayah luas dibawah Kurva Normal Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	28
Tabel 2.10 Koefisien limpasan untuk metode rasional	32
Tabel 2.11 Kebutuhan Ari Bersih Sarana	33
Tabel 4.1 Eksisting Saluran	41
Tabel 4.2 Curah Hujan Maksimal Harian	43
Tabel 4.3 Hujan Rata-rata Distribusi Normal	44
Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Normal	45
Tabel 4.5 Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III	45
Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Log-Person III	47
Tabel 4.7 Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel	47
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Gumbel	48
Tabel 4.9 Analisa Data Distribusi Log Normal	49
Tabel 4.10 Perhitungan Curah Hujan Metode Log Normal	50
Tabel 4.11 Curah Hujan Empat Metode	50
Tabel 4.12 Nilai Rata-rata Standar Deviasi	52
Tabel 4.13 Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal	53
Tabel 4.14 Distribusi Probabilitas Gumbel	54
Tabel 4.15 Distribusi Probabilitas Log Normal	55
Tabel 4.16 Distribusi Probabilitas Log Normal	56
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Normal	56
Tabel 4.18 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Gumbel	56
Tabel 4.19 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Normal	56
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Person III	57

Tabel 4.21 Rekapitulasi X^2 dan X^2_{cr}	57
Tabel 4.22 Perhitungan Distribusi Normal Dengan Metode Smirnov Komologorov	58
Tabel 4.23 Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metod Smirnov Kolmogorof.....	59
Tabel 4.24 Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov	60
Tabel 4.25 Perhitungan Uji Distribusi Log Person Tipe III dengan Metode Smirnov.....	61
Tabel 4.26 Rekapitulasi nilai ΔP terhitung dan ΔP kritis.....	62
Tabel 4.27 Hujan Rencana Periode Ulang	62
Tabel 4.28 Hujan Rencana Terpilih Distribusi Gumbel	62
Tabel 4.29 Intensitas Curah Hujan Dari Jalan	65
Tabel 4.30 Intensitas Hujan Tiap Ruas	66
Tabel 4.31 Debit Air Hujan	68
Tabel 4.32 Perhitungan Air Kotor Masing-Masing Saluran.....	70
Tabel 4.33 Debit Aliran Pada Saluran	71
Tabel 4.34 Perhitungan Debit Aliran Yang Di layani Saluran	73
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Penampang Menggunakan Cara Coba-coba	76
Tabel 4.36 Tabel Analisa Dimensi Saluran	76
Tabel 4.37 Analisa Dimensi Gorong-gorong.....	78
Tabel 4.38 Perbandingan Dimensi Saluran Drainase	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran drainase merupakan salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya, saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju *outlet*. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju *outlet* ini mengikuti kontur jalan raya, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi (Suripin, 2019)

Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga ruas jalan tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu pengguna jalan (Suripin, 2004).

Painan merupakan sebuah kota yang merupakan ibu kota dari Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Kota painan diapit oleh dua buah aliran sungai yaitu Sungai Batang Pinang Gadang dan Batang Pinang Ketek, Kabupaten Pesisir Selatan merupakan salah satu kabupaten di Sumatera Barat yang memiliki banyak objek wisata dan keindahan alam yang sangat beragam oleh karena itu perkembangan penduduk di beberapa tempat di Pesisir Selatan khususnya painan mengalami peningkatan jumlah penduduk yang juga beriringan dengan alih fungsi lahan menjadi area pemukiman dan mengurangi area terbuka hijau atau resapan, sehingga debit limpasan semakin meningkat yang dimana akibat dari berkurangnya area terbuka hijau.

Warga Painan, Pesisir Selatan, mengeluhkan kondisi drainase di daerah itu yang tak mampu lagi menampung air ketika hujan lebih sehingga menyebabkan

banjir. Ketersediaan drainase kota yang mumpuni sudah menjadi kebutuhan bagi masyarakat, mengingat daya tampung dan daya dukung drainase saat ini sudah tidak memadai lagi, seiring semakin padatnya kawasan ibu kota kabupaten itu. Ketersediaan drainase kota yang mumpuni seharusnya sudah menjadi perhatian serius pemerintah kabupaten sejak dini, karena banjir sudah menjadi persoalan serius bagi masyarakat sekitar(Sumbar.AntaraNews.com2023).

Hujan deras yang mengguyur sejak Rabu (18/8/2021) sore hingga Kamis (19//8/2021) dini hari, kembali menyebabkan banjir di Kota Painan. Banjir menggenangi sejumlah ruas jalan dan puluhan rumah masyarakat di Ibu Kota Kabupaten Pesisir Selatan (Pessel) ini. Air begitu cepat memasuki rumah warga dan menggenangi perabotan rumah tangga. Pantauan Padangkita.com, ketinggian air yang memasuki rumah warga mencapai 60 centimeter.selain faktor hujan deras, saluran drainase yang tidak lancar juga menjadi pemicu cepatnya air menggenangi rumah masyarakat.banjir di Kota Painan yang kerap terjadi belum mendapat solusi dari pemerintah daerah. Menurutny, sudah bertahun-tahun drainase yang buruk dibiarkan. Sehingga, tumpukan sendimen yang ada di drainase tidak mampu menampung debit air dan berimbas menggenangi rumah masyarakat(Padangkita.com2021).



Gambar 1.1 Banjir Di jalan Sultan Syahrir
(Sumber:ANTARA.Sumbar)

Berdasarkan permasalahan di atas penulis akan mencoba untuk membahasnya dalam tugas akhir penulis dengan judul “**Analisis Dimensi**

Saluran Drainase Dikawasan Jalan Sultan Syahrir Kota Painan Kabupaten Pesisir Selatan”

1.2 Rumusan Masalah

Melihat sering terjadinya banjir pada Kawasan Jalan Sultan Syahrir, Kota Painan ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi berikut adalah rumusan masalah pada tugas Akhir ini:

- a. Berapakah curah hujan rencana yang terjadi pada lokasi studi?
- b. Berapa debit rencana dengan periode ulang tertentu?
- c. Bagaimana kemampuan dimensi eksisting drainase yang sudah ada menampung debit rencana?
- d. Rencana dimensi saluran drainase?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada maka tujuan penulisan laporan tugas akhir ini adalah

- a. Mengitung curah hujan rencana pada lokasi studi.
- b. Menghitung debit rencana dengan periode ulang tertentu
- c. Membandingkan debit rencana dengan kemampuan eksisting drainase menampung debit.
- d. Merencanakan dimensi drainase agar mampu menampung debit.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diperlukan batasan cakupan masalah dimana untuk mengetahui seberapa jauh cakupan penelitian sehingga dapat memudahkan penulis dalam pembahasan penelitian. Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Sistem drainase yang dianalisa hanya saluran drainase pada kawasan Jalan Sultan Syahrir, Kota Painan, Kabupaten Pesisir Selatan
- b. Penelitian ini hanya membahas tentang analisa curah hujan, debit banjir dan menganalisis saluran dan tidak membahas tentang RAB.

1.5 Metode Penelitian

- a. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah diatas dapat diketahui rumusan masalah pada lokasi penelitian adalah bagaimana menanggulangi banjir pada kawasan penelitian yang dimana selain peran pemerintah diperlukan juga peran masyarakat dalam mengatasi permasalahan banjir pada lokasi penelitian.

b. Curah hujan rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancana.

c. Debit rencana

Debit rencana perhitungan debit di kawasan berdasarkan intensitas curah hujan rencana yang telah didapatkan, sehingga didapat besaran debit yang akan ditampung oleh saluran.

d. Penampang drainase

Pada tahap ini setelah diketahui debit rencana yang akan ditampung saluran kemudian dibandingkan dengan kemampuan eksisting drainase yang ada pada lokasi penelitian.

1.6 Manfaat Penulisan

Berikut adalah beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Dapat mengetahui beberapa bagian dari sistem drainase yang mengalami kerusakan dan harus segera diperbaiki.
2. Dapat memberikan gambaran bagaimana dimensi drainase yang sesuai dengan sistem drainase dikawasan sultan syahrir kota painan.
3. Pemeliharaan saluran drainase merupakan salah satu hal penting dalam upaya mencegah banjir dikawasan jalan sultan syahrir kota painan.
4. Mengetahui bahwa peran masyarakat dalam ikut menjaga dan merawat saluran drainase agar fungsi saluran drainase tetap bekerja secara maksimal.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan susunan tugas akhir ini, sistematika yang disusun atas lima bab.

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menguraikan tulisan terdahulu yang pernah mengalami permasalahan yang sama & teori-teori yang berguna memecahkan masalah yang terjadi.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menjelaskan kondisi umum saluran drainase dikawasan Jalan Sultan Syahrir, kondisi topografi, data curah hujan dan klimatologi serta prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan pembahasan dan hasil dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi saran dan kesimpulan penulis setelah melakukan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase merupakan lengkungan atau saluran air di permukaan tanah atau bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Dalam bahasa Indonesia, drainase dapat mengacu pada parit-parit dari tanah atau goronggorong bawah tanah. Drainase memainkan peran penting dalam mengatur pengendalian banjir dan pasokan air (Kustamar, 2019).

Drainase artinya mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum drainase diartikan sebagai rangkaian struktur air yang dirancang untuk mengurangi dan menghilangkan kelebihan air dari suatu daerah atau tanah agar tanah dapat dimanfaatkan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai upaya untuk mengontrol kualitas air tanah dari segi sanitasi (Suripin, 2019)

Sedangkan konsep drainase kota secara umum diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 12/PRT/M/2014 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Menurut keputusan tersebut, drainase perkotaan dipahami sebagai jaringan penyediaan air yang mengalirkan sebagian wilayah pemerintahan kota dan perkotaan dari genangan air, baik dari curah hujan lokal maupun dari luapan sungai yang mengalir melalui kota.

2.2 Fungsi Drainase

Dalam bukunya “Penataan Drainase Perkotaan” (Mulyanto, 2013) Menyatakan bahwa fungsi drainase adalah sebagai berikut:

- a. Membuang air berlebih. Membuang air berlebih maksudnya adalah mengalirkan air lebih ke tujuan akhirnya yaitu perairan bebas yang dapat berupa sungai, danau maupun laut. Membuang air berlebih merupakan fungsi utama untuk mencegah menggenangnya air pada area perkotaan maupun di dalam saluran yang merupakan bagian dari sistem drainase.
- b. Mengangkut limbah dan mengalirkani polusi dari daerah perkotaan. Debu dan sampah merupakan bahan polutan yang tertumpuk di atas

kawasan perkotaan yang berpotensi mencemari lingkungan, polutan akan terbawa ke dalam sistem drainase oleh air hujan dan dialirkan seraya dinetralisir secara alami di mana sungai menetralisasi cemaran yang terbawa oleh alirannya dalam jumlah tertentu menjadi zat-zat anorganik yang tidak berbahaya dan tidak mencemari lingkungan.

- c. Mengatur arah dan kecepatan aliran. Air buangan berupa air hujan dan limbah harus di atur alirannya melewati sistem drainase dan diarahkan ke tempat tempat penampungan akhir atau perairan bebas di mana sistem drainase bermuara. Sistem drainase akan mengalirkan air berlebih agar tidak menimbulkan kekumuhan serta kecepatan alirannya dapat diatur sebaik mungkin agar tidak terjadi penggerusan atau pengendapan pada saluran-saluran drainase.
- d. Mengatur elevasi muka air tanah. Daya serap lahan pada kondisi muka air tanah dangkal yang kecil dapat menambah potensi terjadinya banjir, muka air tanah yang dalam akan menyulitkan tumbuhan penghijauan kota untuk menyerapnya khususnya pada musim kemarau tetapi daya serap terhadap hujan tinggi. Apabila terjadi penurunan muka air tanah akan terjadi pemadatan atau subsidensi yaitu menurunnya muka tanah di atas muka air tanah. Hal tersebut disebabkan ruang antar butir dalam tanah yang terisi air akan menjadi kosong sehingga tanah memadat.
- e. Menjadi sumber daya air alternatif daur ulang air dari sistem drainase dapat menjadi alternatif pemenuhan akan sumber daya air karena semakin bertambahnya kebutuhan manusia sehari-hari akan air maka sumber daya air akan sangat diperlukan.
- f. Sistem drainase juga dapat dijadikan sebagai salah satu prasarana mencegah erosi dan gangguan stabilitas lereng pada daerah perbukitan, run off permukaan akibat hujan yang jatuh akan mengalir dengan kecepatan tinggi kalau tidak mengalami hambatan cukup dan menimbulkan erosi permukaan. Untuk mengendalikannya diperlukan pembuatan sistem drainase teknis bagi menata aliran run off permukaan maupun aliran di dalam saluran.

2.3 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu:

a. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor merupakan sistem saluran yang menerima dan mengalirkan air dari daerah tangkapan (*catchment area*). Secara umum sistem drainase ini biasa disebut dengan sistem pembuangan utama atau drainase primer. Sistem jaringan ini menangani aliran dengan debit besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal atau sungai. Perencanaan drainase ini biasanya digunakan dengan umur pemeliharaan 5 tahun hingga 10 tahun dan survey topografi terperinci wajib digunakan dalam perencanaan sistem drainase ini.

b. Sistem Drainase Mikro

Drainase mikro merupakan sistem saluran dan bangunan pelengkap yang menerima dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Biasanya yang termasuk dalam drainase mikro yaitu saluran di sepanjang jalan, saluran/talang hujan disekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan sebagainya dimana debit air yang dapat ditampung tidak terlalu banyak.

Secara umum drainase mikro ini direncanakan untuk curah hujan dengan umur pemeliharaan 2, 5, atau 10 tahun tergantung pada penggunaan lahan yang ada. Sistem drainase di daerah pemukiman lebih sering menggunakan sistem drainase mikro.

2.4 Jenis-Jenis drainase

Drainase dapat dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya sebagai berikut:

a. Menurut sejarah terbentuknya

1) Drainase alami (*Natural drainage*)

Drainase alami merupakan sistem drainase yang terbentuk secara alamiah dan tidak memerlukan campur tangan manusia

2) Drainase buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase buatan adalah sistem drainase yang dibuat menggunakan analisis ilmu drainase untuk mengetahui debit air hujan dan dimensi saluran.

b. Menurut letak saluran

1) Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan merupakan saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis aliran menggunakan analisis aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

2) Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah tanah merupakan saluran drainase yang direncanakan untuk mengalirkan limpasan permukaan melalui saluran bawah tanah karena faktor tertentu termasuk tuntutan artistik, dan persyaratan yang tidak mengizinkan saluran berada di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, bandara, taman, dan lainnya.

c. Menurut konstruksi

1) Saluran terbuka

Saluran terbuka merupakan sistem saluran yang direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun sebagian besar sistem drainase ini berfungsi sebagai saluran campuran. Di pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak memiliki lapisan pelindung. Namun selokan terbuka di kota harus dilapisi dengan beton, pasangan baru atau dengan pasangan bata.

2) Saluran tertutup

Saluran tertutup adalah saluran air kotor yang dapat membahayakan kesehatan lingkungan. Sistem ini sangat baik untuk digunakan di daerah perkotaan yang padat penduduk seperti kota metropolitan dan kota besar lainnya.

d. Menurut Fungsi

1) *Single Purpose*

Single purpose merupakan saluran yang berfungsi hanya untuk membuang satu jenis air limbah.

2) *Multy Purpose*

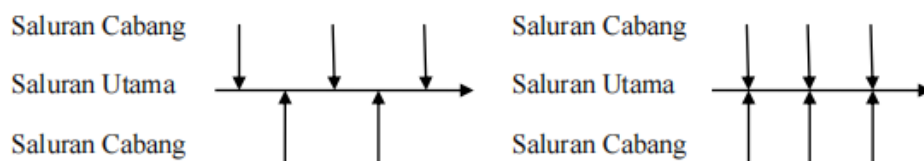
Multy purpose merupakan saluran yang berfungsi mengalirkan lebih dari satu jenis buangan, secara bercampur maupun bergantian.

2.5 Pola Jaringan Drainase

Saat merencanakan jaringan drainase, kita harus memperhatikan tata letak jaringan drainase. Model jaringan drainase di suatu wilayah sangat bergantung pada topografi dan tata guna lahan wilayah tersebut. Jenis-jenis mode jaringan drainase ialah sebagai berikut.

a. Jaringan Drainase Siku

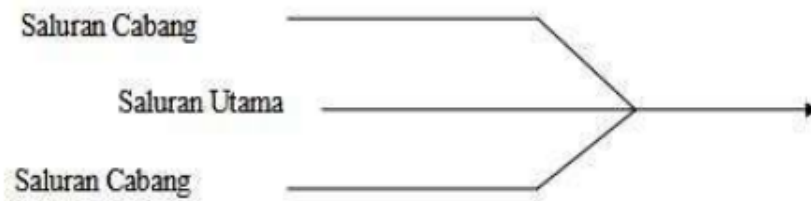
Dibangun pada daerah topografi yang memiliki topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuangan akhir yang terletak di tengah kota.



Gambar 2.1 Jaringan Drainase Siku

b. Jaringan Drainase Pararel

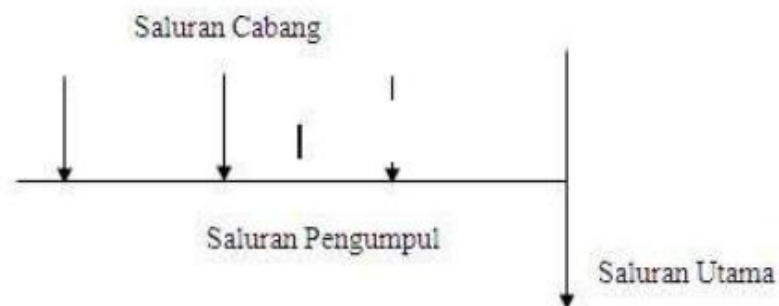
Saluran utama yang sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (Sekunder) yang cukup banyak dan pendek, jika terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Pararel

c. Jaringan Drainase Grid Iron

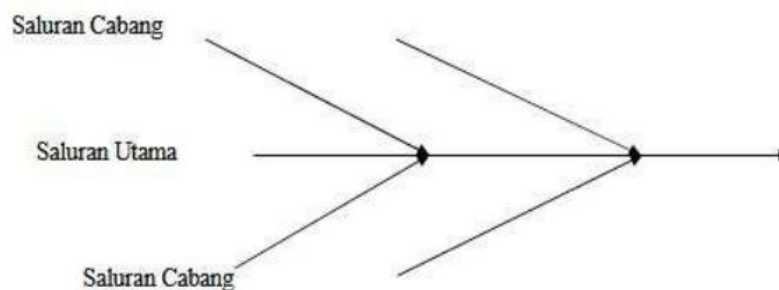
Untuk wilayah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dapat dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Grid Iron

d. Jaringan Drainase Alamiah

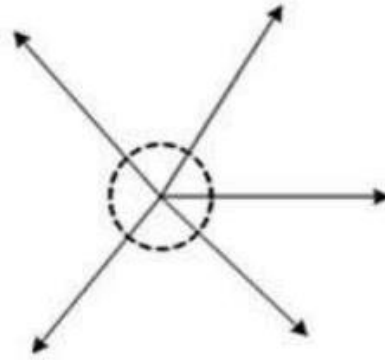
Sama seperti pola siku tetapi beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

e. Jaringan Drainase Radial

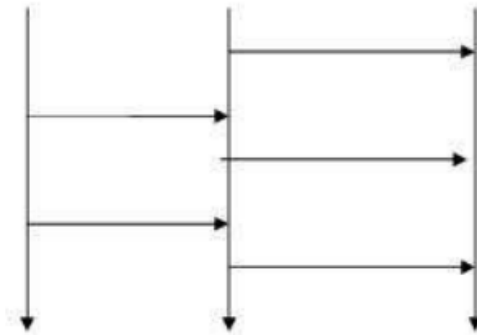
Pada daerah berbukit pola drainase menyebar ke segala arah.



Gambar 2.5 Pola jaringan Drainase Radial

f. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Mempunyai saluran pembuangan yang mengikuti arah dari jalan raya dan cocok untuk wilayah dengan topografi datar.



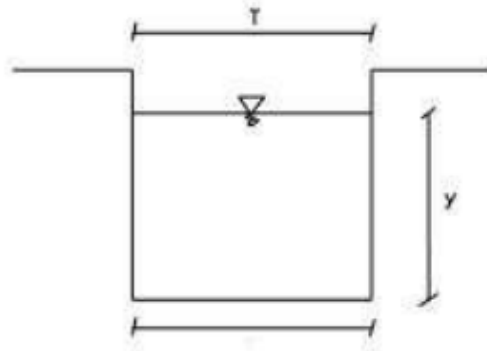
Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

2.6 Bentuk Penampang Saluran Drainase

Secara umum bentuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis. Ukuran saluran yang terlalu besar berarti kurang ekonomis, sebaliknya ukuran saluran yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk saluran antara lain (Suripin, 2019)

a. Persegi Panjang

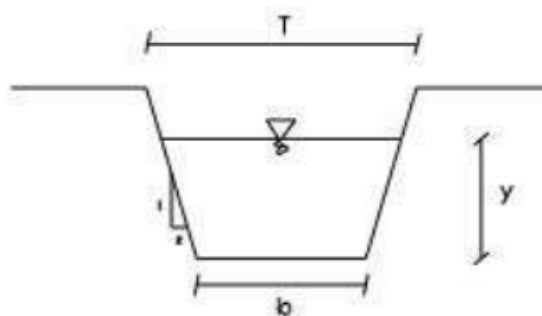
Saluran drainase berbentuk persegi panjang tidak banyak membutuhkan lahan. Sedangkan kekurangan dari saluran bentuk ini saluran harus terbuat dari pasangan batu atau pun coran beton.



Gambar 2.7 Saluran Bentuk Persegi

b. Trapesium

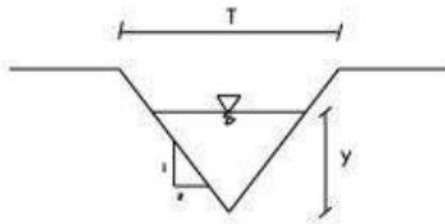
Pada dasarnya saluran tersebut terbuat dari tanah akan tetapi juga dapat terbuat dari pasangan batu dan coran beton. Saluran ini membutuhkan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi dengan debit yang besar.



Gambar 2,8 Saluran Bentuk Trapesium

c. Segitiga

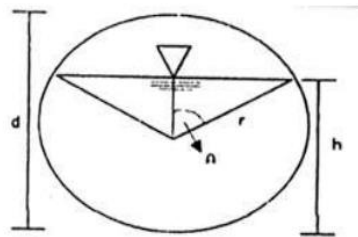
Bentuk saluran segitiga biasanya digunakan pada saluran awal dengan debit yang sangat kecil.



Gambar 2.9 Saluran Bentuk Segitiga

d. Lingkaran

Biasanya digunakan untuk gorong-gorong yang dimana salurannya terletak dibawah tanah.



Gambar 2.10 Saluran Bentuk Lingkaran

2.7 Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus bisa untuk mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dapat dialirkan oleh saluran (Q_s) harus sama atau lebih besar dari debit rencana (Q_T).

Hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_T \dots\dots\dots (2.1)$$

Debit untuk penampang saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Q_s = A_s \cdot$$

$$V \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

$$Q_s = \text{Debit penampang saluran } \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$A_s = \text{Luas penampang saluran } (m^2),$$

$$V = \text{Kecepatan aliran dalam saluran } \left(\frac{m}{s}\right).$$

Kecepatan aliran dalam saluran rata-rata menggunakan rumus Manning seperti dibawah ini :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran dalam saluran ($\frac{m}{s}$),

n = Koefisien manning,

R = Jari-jari hidrolis (m),

P = Keliling basah saluran (m),

As = Luas penampang saluran (m²),

S = Kemiringan saluran.

Tabel 2.1 Koefisien Manning

No.	Tiper Saluran	Koefisien Manning
1	Baja	0,011-0,014
2	Baja Permukaan Gelombang	0,021-0,030
3	Semen	0,010-0,013
4	Beton	0,011-0,015
5	Pasangan Batu	0,017-0,030
6	Kayu	0,010-0,014
7	Bata	0,011-0,015
8	Aspal	0,013

(sumber: Suripin,2004)

Untuk kemiringan salurannya didapatkan melalui rumus :

$$S = \frac{t_2 - t_1}{L} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

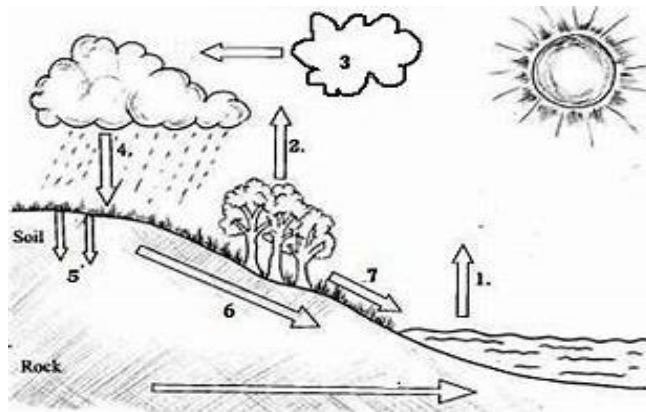
S = Kemiringan dasar saluran,

t_2 = Elevasi tertinggi saluran (m),

t = Elevasi terendah saluran (m).

2.8 Siklus Hidrologi

Siklus air atau siklus hidrologi adalah perputaran air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Siklus hidrologi adalah perputaran air laut ke udara, yang kemudian kembali ke permukaan tanah dalam bentuk hujan, dan akhirnya kembali mengalir ke laut (Soemarto, 1987)



Gambar 2.11 Siklus Hidrologi

2.9 Analisa Hujan

Hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi untuk menjaga keseimbangan air di permukaan bumi. Hujan merupakan anugerah Allah SWT yang memiliki banyak manfaat dan sangat penting bagi keberlangsungan hidup makhluk hidup di bumi. Di sisi lain, hujan bisa menjadi bencana apabila jumlah dan sebarannya tidak terkendali yang merupakan fenomena alam yang sangat sulit diatasi atau dikendalikan oleh manusia. Usaha maksimal yang dapat dilakukan oleh manusia adalah mengenali pola atas keberadaan hujan dengan memperhitungkan pola hujan. Durasi hujan (t), dan ketebalan hujan (R) adalah dua variabel utama hujan yang hampir selalu diamati untuk berbagai kebutuhan analisa, prediksi dan juga perencanaan, yaitu berdasarkan variabel utama ini, dapat diturunkan variabel lain, antara lain intensitas curah hujan (I).

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam bentuk tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang

terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008). Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda berdasarkan dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya

Adapun 3 macam cara yang biasa digunakan dalam menghitung hujan rata-rata kawasan :

a. Rata-rata aljabar

Metode rata-rata aljabar merupakan metode yang paling sederhana yang didapat dengan menghitung rata-rata dari seluruh pengukur huan di suatu wilayah. Metode ini sesuai untuk daerah-daerah dengan topografi datar.

Rumusnya:

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

- R = Curah hujan daerah (mm)
- N = Jumlah titik-titik pengamatan'
- R_1, R_2, R_n = Curah hujan tiap titik.

b. Poligon Thiessen

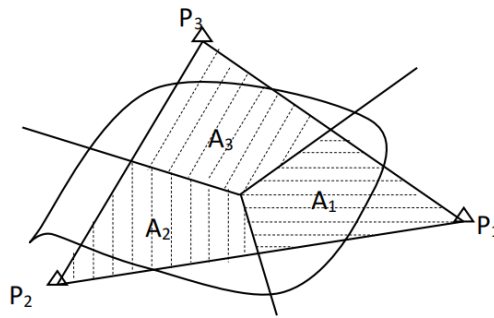
Metode poligon thiessen ini sangat sesuai pada daerah-daerah dengan jarak penakar-penakar yang tidak merata dimana diperlukan stasiun-stasiun curah hujan di dekat daerah tersebut dan luas daerah datar dengan luas daerah antara 500-5.000 km².

Rumusnya:

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- R = Curah hujan daerah (mm).
- R_1, R_2, R_n = Curah hujan tiap titik pengamatan.
- A_1, A_2, A_n = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.



Gambar 2.12 Metode Poligon Thiessen

c. Isohyet

Metode isohyet adalah garis lengkung yang merupakan curah hujan yang sama. Metode isohyet ini diperoleh dengan cara interpolasi harga curah hujan yang ada pada penakar hujan lokal. Metode ini berasumsi bahwa, setiap pos pengukur mencatat kedalaman yang sama untuk wilayah sekitarnya dapat dikoreksi. Metode isohyet adalah metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, akan tetapi sangat memerlukan keahlian dan ketelitian. Metode ini cocok untuk wilayah yang dengan kontur berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km² (Wesli, 2021).

Rumusnya:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i (R_i + R_{i+1})}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- R = Curah hujan rata-rata (mm).
- R₁, R₂, R_n = Curah hujan tercatat di pos hujan 1, 2, ..., n (mm).
- A₁, A₂, A_n = Luas area polygon 1, 2, ..., n (km²).
- N = Banyak pos penakaran hujan.

Pemilihan metode pada analisis hidrologi harus diperhatikan sebagai berikut:

- A. Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS, yaitu:

- a) Jika pos hujan cukup, maka dapat memakai Metode Isohyet Polygon Thiessen atau Rata-rata Aljabar.
- b) Jika pos hujan terbatas maka dapat memakai metode Rata-rata Aljabar dan Polygon Thiessen
- c) Jika hanya terdapat pos hujan tunggal maka metode hujan titik yang dapat dipakai.

B. Luas DAS

- a) Jika luas DAS besar ($>5000 \text{ km}^2$) maka metode yang digunakan metode isohyet.
- b) Jika luas DAS sedang ($500-5000 \text{ km}^2$) maka metode yang digunakan metode polygon thiessen.
- c) Jika luas DAS kecil ($<500 \text{ km}^2$) maka metode yang digunakan metode rata-rata aljabar.

C. Topografi DAS

- a) Untuk daerah pegunungan dapat digunakan metode rata-rata aljabar.
- b) Untuk daerah dataran dapat menggunakan metode polygon thiessen.
- c) Untuk daerah perbukitan atau tidak beraturan dapat menggunakan metode isohyet.

2.9.1 Periode Ulang dan Analisis Frekuensi

Periode ulang merupakan waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit rencana untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang digunakan. Dengan memilih debit dengan periode ulang yang panjang dan berarti debit rencana besar, kemungkinan terjadinya debit banjir yang melampaui debit rencana dan resiko kerusakan menjadi menurun, namun biaya konstruksi untuk menampung debit yang besar meningkat. Sebaliknya debit dengan periode ulang yang terlalu kecil dapat menurunkan biaya konstruksi, tetapi meningkatkan resiko kerusakan akibat banjir. Sedangkan untuk frekuensi hujan ialah besarnya kemungkinan suatu

besaran hujan disamai atau dilampaui. Dalam statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu (A. Syafirudin, 2018) :

a. Distribusi Normal

Distribusi normal juga dikenal sebagai distribusi Gauss. Berikut persamaan distribusi normal secara sederhana:

$$X_T = X + K_T \times S \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

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

A = Nilai rata-rata hitung variat.

S = Deviasi standar nilai variat.

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang (nilai K_T dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi Gauss)

Tabel 2.2 Nilai K_T

No	Periode Ulang	Peluang	KT	No	Periode Ulang	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3.05	11	2,500	0,400	0.25
2	1,005	0,995	-2.58	12	3,330	0,300	0.52
3	1,010	0,990	-2.33	13	4,000	0,250	0.67
4	1,050	0,950	-1.64	14	5,000	0,200	0.84
5	1,110	0,900	-1.28	15	10,000	0,100	1.28
6	1,250	0,800	-0.84	16	20,000	0,050	1.64
7	1,330	0,750	-0.67	17	50,000	0,020	2.05
8	1,430	0,700	-0.52	18	100,000	0,010	2.33
9	1,670	0,600	-0.25	19	200,000	0,005	2.58
10	2,000	0,500	0	20	500,000	0,002	2.88

b. Ditribusi Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis (A. Syafirudin, 2018) dengan :

$$X_r = X + K_T . S \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

X_r = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode
ulang T- tahunan

X = Nilai rata-rata variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau
periode ulang. Nilai K_T dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi
Gauss (Distribusi normal).

c. Distribusi Log-Person III

Persamaan distribusi Log-person III hampir sama dengan persamaan
distribusi log normal, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk
logaritma.

$$\log K_T = \log X + K_T \cdot S \log x \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana besarnya nilai tergantung dari koefisien kemencengan C_s atau
 G . Tabel 2.3 memperlihatkan nilai untuk berbagai nilai kemencengan C_s
atau G . Jika nilai C_s atau G sama dengan nol, distribusi kembali ke
distribusi Log Normal (A.Syafirudin, 2018)

Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	10,101	12,5	2	5	10	25	50	100
	Presentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,892	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
Koef. G	Interval kejadian (periode ulang)							
	10,101	12,5	2	5	10	25	50	100
	Presentase peluang terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(sumber: A.Syafirudin,2016)

d. Distribusi Gumbel

Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_{Tr} = X + K.S \dots\dots\dots(2.11)$$

Besarnya faktor frekuensi dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$K = \frac{Y_{Tr}-Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

X_T = Besarnya curah hujan untuk periode tahun berulang Tr tahun (mm),

Tr = Periode tahun berulang (*return period*) (tahun),

X = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm),

K = Faktor frekuensi,

Y_{Tr} = *Reduce variate*,

Y_n = *Reduce mean*,

S_n = *Reduce standard*.

Besarnya nilai S_n , Y_n , dan Y_{Tr} dapat dilihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2.4 Reduced Mean(Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(sumber: Suripin,2004)

Tabel 2.5 Reduced standard deviation (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	10,095	10,206	10,316	10,411	10,493	10,565
20	10,628	10,696	10,754	10,811	10,864	10,915	10,961	11,004	11,047	11,080
30	11,124	11,159	11,193	11,226	11,255	11,285	11,313	11,339	11,363	11,388
40	11,413	11,436	11,458	11,480	11,499	11,519	11,538	11,557	11,574	11,590
50	11,607	11,623	11,638	11,658	11,667	11,681	11,696	11,708	11,721	11,734
60	11,747	11,759	11,770	11,782	11,793	11,803	11,814	11,824	11,834	11,844
70	11,854	11,863	11,873	11,881	11,890	11,898	11,906	11,915	11,923	11,930
80	11,938	11,945	11,953	11,959	11,967	11,973	11,980	11,987	11,994	12,001
90	12,007	12,013	12,020	12,026	12,032	12,038	12,044	12,049	12,055	12,060
100	12,065	12,069	12,073	12,077	12,081	12,084	12,087	12,090	12,093	12,096

(sumber: Suripin,2004)

Tabel 2.6 Reduced variate (Y_{Tr})

Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate</i> Y_{Tr}	Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate</i> Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(sumber: Suripin,2004)

Sebelum melakukan analisis data hujan dengan salah satu distribusi di atas, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut meliputi (Suripin,2019):

1) Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana

$\bar{X}$ = Rata-rata (mm).

N = Jumlah data curah hujan

X_i = Data curah hujan 1,2,3,...,i.

2) Simpangan Baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X_i - \bar{X}}{N-1}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

S = Simpangan baku.

$\bar{X}$ = Rata-rata.

n = Jumlah data curah hujan

X_i = Data curah hujan 1,2,3,...,i

3) Koefisien Variasi

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

S = Simpangan baku

$\bar{X}$ = Rata-rata

4) Koefisien Skewness

$$C_s = \frac{N \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana

S = Simpangan baku.

$\bar{X}$ = Rata-rata.

n = Jumlah data curah hujan

X_i = Data curah hujan 1,2,3,...,i

5) Koefisien Ketajaman

$$C_k = \frac{N^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(N-1)(N-2)(N-3).S^4} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana:

S = Simpangan baku.

$\bar{X}$ = Rata-rata.

n = Jumlah data curah hujan
 X_i = Data curah hujan 1,2,3,...,I

2.9.2 Uji Keselarasan Data

Uji keselarasan dimaksudkan untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih bsesuai dengan data yang ada yaitu *Chi Square* atau yang biasa dikenal dengan Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogrof.

a. Chi Kuadrat

Uji sebaran ini dimaksudkan untuk mengetahui distribusi yang memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu. Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi kuadrat adalah sebagai berikut :

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of-Ef)}{Ef} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

X^2 = Parameter Chi – Kuadrat Terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasmya

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

N = Jumlah sub kelompok

Tabel 2.7 Nilai Kritis Distribusi Probabilitas Chi-Kuadrat (X^2_{cr})

No	(α) Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,00004	0,00016	0,00098	0,00039	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,021	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,584
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,533	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,155	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,607	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,663	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,402
23	9,620	10,196	11,689	13,091,000	36,172	38,076	41,632	44,181
24	9,885	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,620	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,578	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

(sumber: Suripin,2004)

b. Smirnov Kolmogorof

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov biasa disebut uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil
- 2) Tentukan peluang empiris masing-masing data dengan rumus *weibull*

$$P(X_i) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.18)$$

- 3) Tentukan peluang teoritis masing-masing data $P'(X_i)$ berdasarkan distribusi probabilitas yang dipilih.
- 4) Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data.
- 5) Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis. Jika “tidak” artinya Distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

Tabel 2.8 Nilai kritis Di untuk uji Smirnov-Kolmogrov

N	Derajat kepercayaan (α)			
	0,2	0,1	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	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
40	0,19	0,22	0,24	29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,63/N^{0,5}$

(sumber: Suripin,2004)

Tabel 2.9 Wilayah luas dibawah Kurva Normal Uji *Smirnov-Kolmogrov*

T	$\alpha = 0,05$	T	$\alpha = 0,05$	t	$\alpha = 0,05$	t	$\alpha = 0,05$
-3,40	0,0003	-1,40	0,0753	0,50	0,7088	2,50	0,9946
-3,30	0,0004	-1,30	0,0885	0,60	0,7422	2,60	0,9960
-3,20	0,0006	-1,20	0,1056	0,70	0,7734	2,70	0,9970
-3,10	0,0008	-1,10	0,1251	0,80	0,8023	2,80	0,9978
-3,00	0,0011	-1,00	0,1469	0,90	0,8289	2,90	0,9984
-2,90	0,0016	-0,90	0,1711	1,00	0,8591	3,00	0,9989
-2,80	0,0022	-0,80	0,1977	1,10	0,8749	3,10	0,9992
-2,70	0,0030	-0,70	0,2266	1,20	0,8944	3,20	0,9994
-2,60	0,0040	-0,60	0,2578	1,30	0,9151	3,30	0,9996
-2,50	0,0054	-0,50	0,2912	1,40	0,9265	3,40	0,9997

(sumber: Suripin,2004)

2.9.3 Intensitas Curah Hujan

Curah hujan dibutuhkan untuk menentukan seberapa besarnya intensitas yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan yang digunakan dalam analisis ialah curah hujan harian

maksimum rata-rata dalam satu tahun. Perhitungan data hujan maksimum harian rata-rata harus dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan yang ada dapat di buat dengan salah satu dari persamaan berikut (Bambang Triadmojo, 2008) :

a. Rumus Talbot (1881)

Rumus ini banyak dipergunakan karena mudah diaplikasikan dan tetapan a dan b ditentukan dengan nilai-nilai yang terukur sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana:

t = Lamanya hujan(jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$a \& b$ = Konstanta yang tergantung lamanya hujan terjadi

b. Rumus Sherman (1905)

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^b} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana:

t = Lamanya hujan(jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$a \& b$ = Konstanta yang tergantung lamanya hujan terjadi

c. Persamaan Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{b+\sqrt{t}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

t = Lamanya hujan(jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$a \& b$ = Konstanta yang tergantung lamanya hujan terjadi

d. Persamaan Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka digunakan perhitungan mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana:

- t = Lamanya hujan(jam)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum (mm)

2.9.4 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Pada dasarnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi 2, yaitu:

a. Inlet Time

Adalah waktu yang dibutuhkan bagi air untuk sampai di saluran paling dekat dapat dirumuskan menggunakan rumus *Kerby* sebagai berikut:

$$T_o = 1.44 \times \left(l_o \times \frac{nd}{\sqrt{S_o}} \right)^{0.467} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana:

- t_0 = waktu limpasan menuju saluran (menit),
- L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m),
- n = angka kekasaran manning,
- S = Kemiringan lahan

b. Conduit Time

Merupakan waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir di sepanjang saluran menuju titik control yang ditentukan di bagian hilir. Dapat dirumuskan:

$$t_d = \frac{L_s}{60v} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana:

t_d = waktu aliran pada saluran dari satu titik ke titik lainnya (menit),

L_s = panjang lintasan lahan menuju saluran (m),

V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/s).

Dengan 2 waktu aliran pada saluran tersebut dapat diketahui bahwa rumusan utama dari waktu konsentrasi yaitu:

$$t_c = t_0 + t_d \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

2.9.5 Debit Rencana

Debit rencana ialah debit dengan kala berulang yang digunakan untuk menentukan debit banjir pada periode ulang tertentu. Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase di daerah perkotaan juga dapat dilakukan dengan menggunakan rumus metode rasional atau hidograf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat menggunakan standar yang telah ditetapkan, baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain sebagainya (Suripin, 2019).

a. Debit Air Hujan

Untuk menganalisa debit hujan rencana rencana digunakan Metode Rasional.

Metode Rasional

Pada metode rasional, persamaan yang akan digunakan adalah:

$$Q_T = 0,278.C.I.A \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana:

Q_T = debit rencana kala ulang (),

C = koefisien pengaliran,

I = intensitas ujan kala ulang tertentu (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

Tabel 2.10 Koefisien limpasan untuk metode rasional

No	Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
1	Bisnis - Perkotaan - Pinggiran	0,70-0,95 0,50-0,70
2	Perumahan - Rumah tunggal - Multiunit terpisah - Multiunit tergabung - Perkampungan - Apartemen	0,30-0,50 0,40-0,60 0,60-0,75 0,25-0,40 0,50-0,70
3	Industri - Ringan - Berat	0,50-0,80 0,60-0,90
4	Atap	0,75-0,95
5	Halaman, tanah berpasir - Datar 2% - Rata-rata 2-7% - Curam 7%	0,05-0,10 0,10-0,15 0,15-0,20
6	Halaman Kereta Api	0,10-0,35
7	Taman tempat bermain	0,20-0,35
8	Taman, pekuburan	0,10-0,25
9	Hutan - Datar 0-2% - Bergelombang 5-10% - Berbukit 10-30%	0,10-0,40 0,25-0,50 0,30-0,60

(sumber: Suripin,2004)

b. Debit Air Limbah

1) Air Domestik

Kebutuhan Air bersih untuk Rumah Tangga :

Berdasarkan uji statistik untuk berbagai kebutuhan rumah tangga, maka ditetapkan :

$$q = 250 \text{ lt/orang. Hari}$$

Produksi Air Limbah dari rumah tangga ditetapkan sebesar 60% s/d 70 % dari jumlah kebutuhan air

2) Kebutuhan Air untuk Kawasan Industri

a. Bila diketahui luas lahannya :

$$q = 0,4 \text{ lt/dt. Ha}$$

b. Bila ada data karyawan :

$$q = 30 \text{ lt/dt. Hari}$$

Produksi Air Limbah Kawasan Industri :

a) Industri berbasis Air = 20% dari kebutuhan air

b) Industri berbasis non air = 90% dari kebutuhan air

3) Untuk Perikanan (kolam atau tambak)

Rata-rata 10 x NFR lokasi yang bersangkutan atau berdekatan

$q = 10 \text{ s/d } 15 \text{ lt/dt. Ha}$

4) Kebutuhan Air Pemeliharaan Sungai

Berdasarkan banyaknya penduduk disekitar wilayah layanan :

$q = 330 \text{ lt/kapita. Hari}$

Tabel 2.11 Kebutuhan Air Bersih Sarana

SEKTOR	NILAI	SATUAN
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	2000	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah Makan	100	liter/tempat duduk/hari
Militer	60	liter/orang/hari
Kawasan Industri	0,2-0,8	liter/detik/hektar
kawasan Pariwisata	0,1-0,3	liter/detik/hektar

(Sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU)

2.10 Banjir

Banjir adalah fenomena alam yang terjadi di suatu wilayah yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagai hadirnya air di suatu kawasan luas sehingga dapat menutupi permukaan bumi dikawasan tersebut.

Banjir merupakan suatu kondisi dimana tidak mapunya saluran pembuang (palung sungai) dalam menampung air atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap mengenai daerah (dataran banjir) sekitarnya. (Suripin,2004)

Banjir terjadi disebabkan adanya limpasan permukaan yang sangat besar yang disebabkan oleh hujan dan tidak dapat dialirkan oleh saluran drainase atau ditampung lagi oleh sungai. Disamping itu limpasan permukaan yang berlebihan disebabkan tanah sudah jenuh air.(Wesli,2008)

2.11 Permasalahan Drainase

Banjir merupakan kata yang sangat sering digunakan di Indonesia, khususnya pada saat musim hujan dimana hampir semua kota di Indonesia dilanda banjir. Banjir merupakan suatu kondisi yang merupakan fenomena bencana alam yang memiliki hubungan dengan jumlah kerusakan dari sisi kehidupan dan material. Banyak faktor yang menyebabkan akan terjadinya banjir. Secara umum penyebab akan terjadinya banjir di berbagai belahan dunia adalah (A. Syafirudin, 2018) :

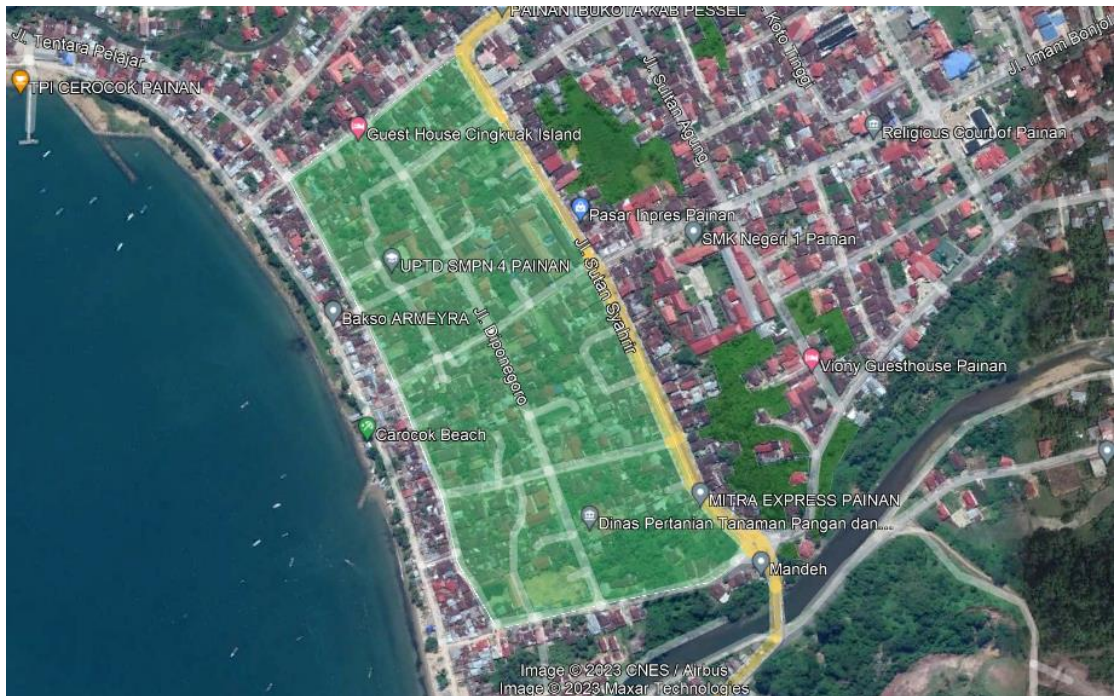
- a. Pertambahan penduduk sangat cepat, diatas rata-rata pertumbuhan nasional akibat urbanisasi baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan tersedianya prasarana dan sarana drainase perkotaan yang memadai sehingga mengakibatkan tidak teraturan lahan perkotaan.
- b. Keadaan iklim seperti masa turun hujan yang terlalu lama, dan mengakibatkan banjir sungai.
- c. Perubahan tata guna lahan dan kenaikan populasi dari pedesaan menjadi perkotaan sangat berpotensi menyebabkan banjir dimana bangunan bangunan penduduk yang nantinya dapat mempersempit dimensi saluran. Kepadatan bangunan dan kepadatan penduduk memiliki efek pada kemampuan kapasitas drainase suatu daerah dan kemampuan tanah menyerap air, dan akhirnya menyebabkan naiknya volume limpasan permukaan.
- d. Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan atau penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase banyak berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit limpasan yang ada, air meluap dan terjadilah genangan atau bahkan bisa terjadi banjir. Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah ada (normalisasi).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kota Painan, Kabupaten Pesisir Selatan. Sampel penelitian adalah saluran drainase yang berada di Jalan Sultan Syahrir, Kecamatan VI Jurai, Kabupaten Pesisir Selatan dengan luas lokasi $\pm 16,4$ Ha.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

3.2 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan pada penelitian yaitu dengan mengambil referensi serta teori-teori dari berbagai macam buku, jurnal yang menunjang penelitian mengenai analisa sistem saluran drainase. Penulis juga melakukan observasi untuk mengumpulkan data ke instansi-instansi terkait.

3.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk menganalisa drainase merupakan peralatan untuk mengetahui dimensi saluran dan elevasi saluran. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah meteran yang digunakan sebagai

alat untuk mengukur dimensi saluran di lapangan, dan smartphone yang telah di instal aplikasi my elevation untuk mengukur elevasi saluran.

3.4 Sumber Data

Metode pengumpulan data untuk penelitian adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Pengumpulan data primer terdiri atas :

- 1) Survey kawasan yang dijadikan tempat penelitian.
- 2) Melakukan wawancara dengan beberapa warga.
- 3) Melakukan pengukuran saluran drainase eksisting.

b. Data sekunder

Pengumpulan data sekunder terdiri atas :

- 1) Data curah hujan sumber sdabk.sumbarprov.go.id
- 2) Peta topografi/rupa bumi diambil dari Indonesia Geospatial
- 3) Studi pustaka yang berkaitan dengan analisis kapasitas saluran drainase

3.5 Metode Pengolahan Data

Setelah data didapat kemudian data tersebut dianalisis serta diolah sehingga menciptakan variabel-variabel yang diperlukan untuk perencanaan serta masing-masing dari data tersebut berbeda hasilnya satu dengan yang lain.

3.5.1 Observasi Lapangan dan Pengukuran

Observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi dan dimensi penampang dilapangan agar data tersebut dapat diolah dan kemudian dibandingkan dengan hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

3.5.2 Analisa Peta

a. Analisa Peta DAS

Analisa Peta DAS ini menggunakan Peta DEMNAS lalu peta tersebut dianalisa menggunakan software arcGIS.

b. Analisa Peta Poligon Thiessen

Analisa Metode ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu Luas termasuk faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan

3.5.3 Analisa stasiun curah hujan yang digunakan

Digunakan berupa data curah hujan maksimum harian rata-rata. Penentuan curah hujan harian rata-rata dengan cara sebagai berikut :

- a. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di stasiun pengukur curah hujan.
- b. Cari besarnya curah hujan dengan tanggal-bulan-tahun yang sama untuk stasiun pengukur curah hujan.
- c. Hitung curah hujan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan salah satu metode yang akan digunakan.
- d. Tentukan hujan maksimum harian (seperti langkah 1) pada tahun yang sama untuk stasiun hujan yang lain.
- e. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk setiap tahunnya. Dari hasil data hujan yang diperoleh, pilih data tertinggi pada setiap tahun. Data hujan yang terpilih merupakan data curah hujan maksimum harian yang terjadi pada DAS untuk setiap tahunnya

3.5.4 Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana diperlukan sebagai data untuk menganalisa debit banjir rencana. Perhitungan curah hujan rencana periode ulang menggunakan metode sebagai berikut :

- a. Metode Distribusi normal
- b. Metode Distribusi log person tipe III
- c. Metode Distribusi Gumbel
- d. Metode Distribusi log normal

3.5.5 Uji Distribusi Probabilitas

- a. Metode Chi Kuadrat
- b. Metode Smirnov-Kolmogrov

3.5.6 Hujan Reta-rata DAS

Setelah melakukan perhitungan analisa curah hujan menggunakan metodemetode yang ada diatas dan dilakukan uji keselarasan data, maka didapatkan hasil perhitungan hujan rata-rata DAS.

3.5.7 Menghitung Debit Rencana

Debit banjir rencana ialah debit air yang akan mengalir dalam saluran drainase yang direncanakan.

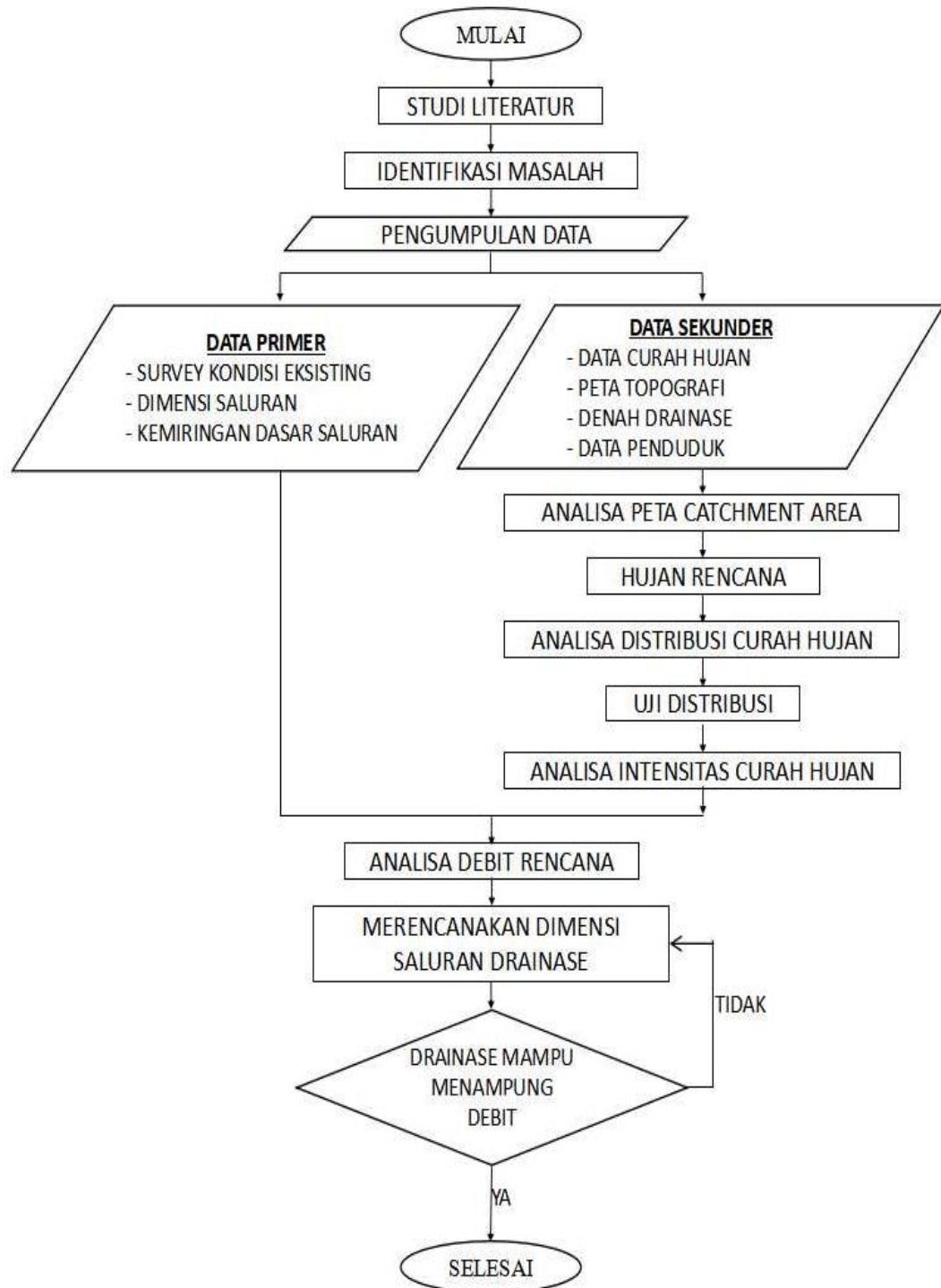
3.5.8 Analisa Hidrolika penampang saluran drsainase.

Analisa ini bertujuan untuk memberikan dimensi penanmpang saluran yang cocok dengan perhitungan yang telah dilakukan.

3.5.9 Perencanaan Dimensi

Tahapan ini digunakan untuk membandingkan data penampang saluran drainase yang ada dilapangan, dan membandingkanya dengan perhitungan yang telah dilakukan.

3.6 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

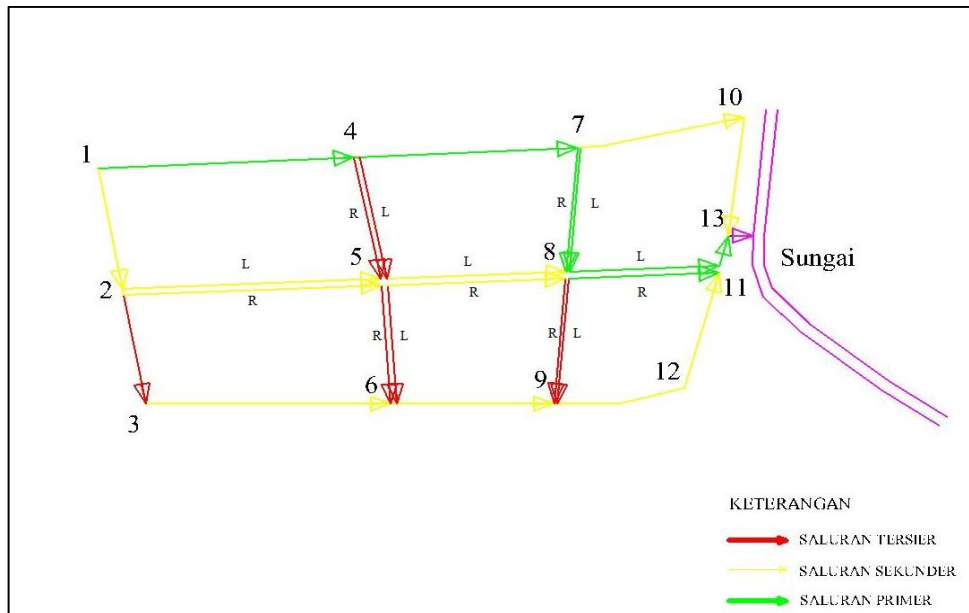


BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan langkah awal dalam memulai penelitian, dalam hal ini observasi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi dan dimensi saluran dilapangan agar kemudian data tersebut dapat diolah. Untuk hasil pengukuran yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1:



Gambar 4.1 Denah Arah Aliran

Pada gambar 4.1 dapat dilihat bagaimana struktur dan arah aliran drainase beserta jenis saluran drainase, yang dimana dapat menggambarkan secara ringkas bagaimana kondisi dan jenis saluran drainase di lokasi penelitian.

Pada observasi lapangan didapat juga data elevasi dasar saluran dimana elevasi dasar saluran diperlukan untuk mengetahui kemiringan dasar saluran, berikut contoh perhitungan kemiringan dasar saluran pada ruas 1-2

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana:

S = Kemiringan rata-rata daerah aliran

ΔH = Elevasi hulu – Elevasi hilir

L = Panjang lintasan aliran

Diketahui:

Panjang lintasan aliran (L) = 218 meter

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{6-5,6}{131} = 0,0031$$

Tabel 4.1 Eksisting Saluran

Ruas	Panjang	H Hulu	H Hilir	Elevasi	Kemiringan	Dimensi Lapangan	
						b	h
1-2	131	6	5.6	0.4	0.0031	0.85	0.4
1-4	278	6	5.2	0.8	0.0029	1.2	0.9
2-3	110	5.6	5.3	0.3	0.0027	0.55	0.4
2-5 L	275	5.6	4.7	0.9	0.0033	0.8	0.65
2-5 R	275	5.6	4.7	0.9	0.0033	0.8	0.65
3-6	263	5.3	4.9	0.4	0.0015	0.55	0.6
4-5 L	137	5.2	4.7	0.5	0.0036	0.8	0.5
4-5 R	137	5.2	4.7	0.5	0.0036	0.8	0.5
4-7	220	5.2	4.5	0.7	0.0032	1.2	0.9
5-6 L	129	5.1	4.9	0.2	0.0016	0.6	0.3
5-6 R	129	5.1	4.9	0.2	0.0016	0.6	0.3
5-8 L	170	4.7	4	0.7	0.0041	1	0.6
5-8 R	170	4.7	4	0.7	0.0041	1	0.6
6-9	134	4.9	4.3	0.6	0.0045	0.5	0.5
7-8 L	150	4.5	4	0.5	0.0033	1	0.6
7-8 R	150	4.5	4	0.5	0.0033	1	0.6
7-10	158	4.9	4.7	0.2	0.0013	1	0.7
8-9 L	124	4.6	4.3	0.3	0.0024	0.55	0.55
8-9 R	124	4.6	4.3	0.3	0.0024	0.55	0.55
8-11 L	166	4	3.4	0.6	0.0036	1.2	0.7
8-11 R	166	4	3.4	0.6	0.0036	1.2	0.7
9-12	159	4.3	3.8	0.5	0.0031	0.5	0.5
10-13	48	4.7	3	1.7	0.0354	1.1	0.9
11-12	118	3.8	3.4	0.4	0.0034	0.55	0.8
11-13	137	3.4	3	0.4	0.0029	1.1	0.9

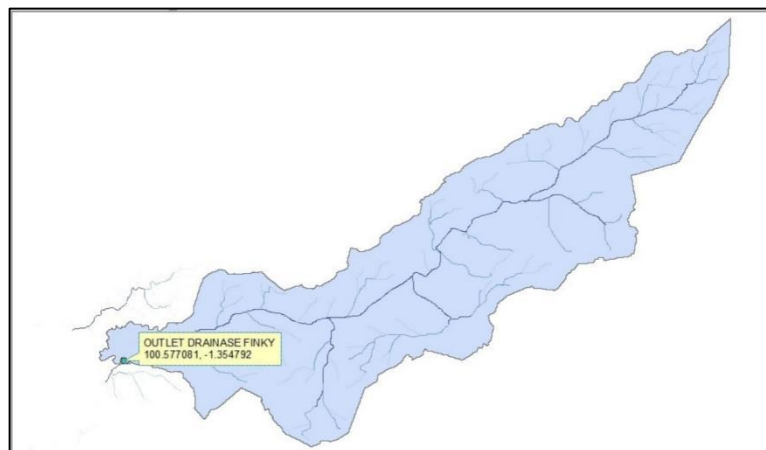
Dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.1 telah diketahui kondisi dan dimensi drainase eksisting di lokasi penelitian sebagai acuan awal pada penelitian ini.

4.2 Analisa Peta

Dalam menganalisa saluran drainase diperlukan data-data lapangan diantaranya: data topografi, data curah hujan, data penduduk, data lokasi, dan lain-

lain. Disamping itu, juga diperlukan beberapa teori yang menjad成为 acuan dalam melakukan perencanaan drainase. Perhitungan teknis yang didasarkan pada hal tersebut akan memberikan hasil yang sesuai dengan akurasi keadaan lapangan dari daerah studi.

Metode Polygon Thiessen ini memberikan proporsi luasan daerah yang berpengaruh pada pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar akan terletak pada suatu poligon tertentu. Dengan menghitung perbandingan luas untuk setiap stasiun. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara pos penakar, yang dapat dilihat lebih jelas pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.2 Catchment Area Lokasi Penelitian



Gambar 4.3 Pos Stasiun Curah Hujan

Pada analisa peta menggunakan metode polygon thiessen diatas didapatkan ada dua titik stasiun pengamatan yang berpengaruh terhadap kawasan daerah studi stasiun hujan yang dipakai yaitu stasiun Koto Salapan terletak pada posisi 01°.12'.4,3" LS dan 100°.47'4,07" BT dan stasiun Batang Kapas yang terletak pada posisi 01°.28'.55,1" LS dan 100°.36'.54,1" BT.

4.3 Analisa Curah Hujan

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke-n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancana. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata,

Untuk perhitungan curah hujan ini digunakan data curah hujan dari 2 stasiun curah hujan dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2013 sampai tahun 2022 yang terlampir pada table 4.2.

Tabel 4.2 Curah Hujan Maksimal Harian

Tahun	Curah Hujan Harian		Curah Hujan Rata-rata
	St Koto Salapan	St Batang Kapas	
2013	267	102	184.5
2014	241	92	166.5
2015	102	126	114
2016	106	108	107
2017	84	194	139
2018	133	109	121
2019	109	88	98.5
2020	135	240	187.5
2021	228	165	196.5
2022	216	204	210

Pada tabel di atas dapat kita lihat curah hujan dibagi pertahun dan curah hujan yang di ambil adalah curah hujan yang paling tinggi pada tahun tersebut, setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan menggunakan metode aljabar.

4.4 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan dilakukan dengan cara menggunakan curah hujan harian maksimum mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil. Selanjutnya dihitung deskripsi statistiknya, yaitu:

Curah hujan dihitung menurut distribusi frekuensi yang banyak digunakan pada bidang hidrologi diantaranya:

- 1) Distribusi Normal
- 2) Distribusi Log Person III
- 3) Distribusi Gumbel
- 4) Distribusi Log Normal

Hujan maksimum harian rata-rata yang telah diperoleh di urutkan dari besar sampai terkecil, kemudian dianalisis berdasarkan distribusi yang dipilih untuk mendapatkan hujan dengan periode ulang seperti pada tabel berikut:

4.4.1 Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan rencana metoda distribusi normal dapat dilihat pada table 4.3

Tabel 4.3 Hujan Rata-rata Distribusi Normal

c	Xi	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	(Xi-X)^4
2013	184.5	1027.2025	32921.84013	1055144.976
2014	166.5	197.4025	2773.505125	38967.74701
2015	114	1478.4025	-56844.57612	2185673.952
2016	107	2065.7025	-93886.17862	4267126.819
2017	139	180.9025	-2433.138625	32725.71451
2018	121	989.1025	-31107.27363	978323.7555
2019	98.5	2910.6025	-157027.0049	8471606.913
2020	187.5	1228.5025	43059.01263	1509218.393
2021	196.5	1940.4025	85474.73013	3765161.862
2022	210	3312.0025	190605.7439	10969360.56
Σ	1524.5	15330.225	13536.66	33273310.69
X	152.45			
Sd	41.272			

(sumber: Pengolahan Data)

1) Curah Hujan Rata-rata

$$X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1452}{10} = 152,45 \text{ mm}$$

2) Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1524.5}{10-1}} = 41.272 \text{ mm}$$

3) Nilai K_T

2 tahun	=	0
5 tahun	=	0,84
10 tahun	=	1,28
25 tahun	=	1,75
50 tahun	=	2,05

4) Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$\begin{aligned} R_2 &= X + K_T \times S \\ &= 152,45 + (0 \times 41,272) \\ &= 152,450 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Normal selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.4:

Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Normal

No	T	KT	X	SD	XT
1	2	0	152.45	41.272	152.450
2	5	0.84	152.45	41.272	187.118
3	10	1.28	152.45	41.272	205.278
4	25	1.71	152.45	41.272	223.025
5	50	2.05	152.45	41.272	237.057

(sumber: Pengolahan Data)

4.4.2 Distribusi Log Person III

Perhitungan curah hujan rencana metoda distribusi norma dapat dilihat pada table 4.5:

Tabel 4.5 Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III

c	Xi	Log Xi	Log X	Log Xi - Log x	(Log Xi - Log x) ²	(Log Xi - Log x) ³	(Log Xi - Log x) ⁴
2013	184.5	2.266	2.149	0.117	0.014	0.0016	0.00019
2014	166.5	2.221	2.149	0.072	0.005	0.0004	0.00003
2015	114	2.057	2.149	-0.092	0.008	-0.0008	0.00007
2016	107	2.029	2.149	-0.120	0.014	-0.0017	0.00020
2017	139	2.143	2.149	-0.006	0.000	0.0000	0.00000
2018	121	2.083	2.149	-0.066	0.004	-0.0003	0.00002
2019	98.5	1.993	2.149	-0.156	0.024	-0.0038	0.00059
2020	187.5	2.273	2.149	0.124	0.015	0.0019	0.00024
2021	196.5	2.293	2.149	0.144	0.021	0.0030	0.00043
2022	210	2.322	2.149	0.173	0.030	0.0052	0.00090
Jumlah	1524.5	21.682			0.137	0.0055	0.00267
Rata-rata	152.45						
Sd	1.552						
Log X	2.168						
S Log X	0.1232						
Cs	0.000076						

(sumber: Pengolahan Data)

1) Menentukan log X rata-rata

$$\text{Log X} = \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} = \frac{21,68}{10} = 2,168$$

2) Menentukan standar deviasi

$$S\text{Log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log x)^2}{n - 1}}$$

$$S\text{Log X} = \sqrt{\frac{0,137}{10 - 1}}$$

$$S\text{Log X} = 0,1232$$

3) Menghitung koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (\log Xi - \log x)^3}{(n - 1)(n - 2)S\log X^3} = \frac{10 \times -0,0055}{9 \times 8 \times (0,1232)^3}$$

$$Cs = 0,000076$$

4) Nilai KT (tabel nilai reduksi Distribusi Person III)

$$2 \text{ tahun} = 0.00$$

5 tahun	= 0,84
10 tahun	= 1,28
25 tahun	= 1,75
50 tahun	= 2,05

5) Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$\begin{aligned}\text{Log}X_{2\text{tahun}} &= \log X_i + K_{TR} \times s \\ &= 2,168 + 0,00 \times 0,1232\end{aligned}$$

$$X_{2\text{tahun}} = 147,283 \text{ mm/hari}$$

Perhitungan hujan rencana lainnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Log-Person III

T	KT	Log X	S Log X	Log XT	Hujan
2	0	2.168	0.1232	2.168	147.283
5	0.84	2.168	0.1232	2.272	186.907
10	1.28	2.168	0.1232	2.326	211.751
25	1.75	2.168	0.1232	2.384	241.947
50	2.05	2.168	0.1232	2.421	263.436

(sumber: Pengolahan Data)

4.4.3 Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana metoda Distribusi Gumbel, dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4.7 Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel

c	Xi	(Xi-X)	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3
2013	184.5	32.05	1027.203	32921.84
2014	166.5	14.05	197.403	2773.51
2015	114	-38.45	1478.403	-56844.58
2016	107	-45.45	2065.703	-93886.18
2017	139	-13.45	180.903	-2433.14
2018	121	-31.45	989.102	-31107.27
2019	98.5	-53.95	2910.603	-157027.00
2020	187.5	35.05	1228.503	43059.01
2021	196.5	44.05	1940.403	85474.73
2022	210	57.55	3312.003	190605.74
Σ	1524.5		15330.23	13536.66
X	152.45			
Sd	41.272			

(sumber: Pengolahan Data)

1) Curah Hujan Rata-rata

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1524,5}{10} = 152,45 \text{ mm}$$

2) Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{15330,23}{10-1}} = 41,272 \text{ mm}$$

3) Perhitungan Curah Hujan Rencana

$$\begin{aligned} \text{Curah Hujan} &= X + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \times S_d \\ &= 145,2 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \times 41,272 \\ &= 146,869 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Gumbel selanjutnya dapat dilihat pada table 4.8 :

Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Distribusi Gumbel

T	Yn	Sn	Yt	Yt-Yn	k=(Yt-Yn)/Sn	Hujan Rencana
2	0.4952	0.9496	0.3668	-0.1284	-0.1352	146.8694
5	0.4952	0.9496	1.5004	1.0052	1.0586	196.1383
10	0.4952	0.9496	2.2510	1.7558	1.8490	228.7610
25	0.4952	0.9496	3.1993	2.7041	2.8476	269.9763
50	0.4952	0.9496	3.9028	3.4076	3.5885	300.5520

(sumber: Pengolahan Data)

4.4.4 Distribusi Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana metoda Distribusi log normal , yaitu sebagai tabel 4.9:

Tabel 4.9 Analisa Data Distribusi Log Normal

c	Xi	Log Xi	Log X	Log Xi - Log x	(Log Xi - Log x)^2
2013	184.5	2.266	2.149	0.117	0.014
2014	166.5	2.221	2.149	0.072	0.005
2015	114	2.057	2.149	-0.092	0.008
2016	107	2.029	2.149	-0.120	0.014
2017	139	2.143	2.149	-0.006	0.000
2018	121	2.083	2.149	-0.066	0.004
2019	98.5	1.993	2.149	-0.156	0.024
2020	187.5	2.273	2.149	0.124	0.015
2021	196.5	2.293	2.149	0.144	0.021
2022	210	2.322	2.149	0.173	0.030
Jumlah	1524.5	21.682			0.137
Rata-rata	152.45				
Sd	1.552				
Log X	2.1682				
S Log X	0.123				

(sumber: Pengolahan Data)

1) Menentukan log X rata-rata

$$\text{Log X} = \frac{\sum \text{LogXi}}{n} = \frac{21,682}{10} = 2,1682$$

2) Menentukan standar deviasi

$$S\text{Log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log x)^2}{n - 1}}$$

$$S\text{Log X} = \sqrt{\frac{0,137}{10 - 1}}$$

$$S\text{Log X} = 0,123$$

3) Nilai KT

$$2 \text{ tahun} = 0,00$$

$$5 \text{ tahun} = 0,84$$

$$10 \text{ tahun} = 1,28$$

$$25 \text{ tahun} = 1,75$$

$$50 \text{ tahun} = 2,05$$

Hasil perhitungan curah hujan metode log normal dapat dilihat pada table 4.10

Tabel 4.10 Perhitungan Curah Hujan Metode Log Normal

T	KT	Log X	S Log X	Log XT	Hujan
2	0	2.1682	0.123	2.168	147.283
5	0.84	2.1682	0.123	2.272	186.907
10	1.28	2.1682	0.123	2.326	211.751
25	1.75	2.1682	0.123	2.384	241.947
50	2.05	2.1682	0.123	2.421	263.436

(sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan curah hujan rencana dengan 4 metode di atas, maka akan didapat curah hujan rencana rata-rata yang dijelaskan pada table 4.11::

Tabel 4.11 Curah Hujan Empat Metode

Periode Ulang (T)	Hujan Rencana Harian Maksimum			
	Metode Distribusi Probabilitas			
	Distribusi Normal	Distribusi Log Person III	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Normal
	mm	mm	mm	mm
2	152.450	147.283	146.869	147.283
5	187.118	186.907	196.138	186.907
10	205.278	211.751	228.761	211.751
25	223.025	241.947	269.976	241.947
50	237.057	263.436	300.552	263.436

(sumber: Pengolahan Data)

4.5 Uji Kesesuaian Data

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

4.5.1 Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji chi kuadrat adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of - Ef)}{Ef}$$

Dimana:

X^2 : parameter chi kuadrat terhitung

E_f : Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f : Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

N : Jumlah sub kelompok

Derajat nyata atau drajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Drajat kebebasan (D_k) dihitung dengan rumus:

$$D_k = k - (p + 1)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana :

D_k : Derajat kebebasan

P : Banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

K : Jumlah kelas distribusi

N : Banyaknya data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis.

$$\chi^2 < \chi^2 \text{ kritis}$$

dimana:

χ^2 : parameter Chi kuadrat terhitung

χ^2_{cr} : parameter Chi kuadrat kritis

Prosedur perhitungan adalah sebagai berikut:

1) Menghitung Parameter Statistik Xrata-rata Dan Standar Deviasi

Langkah pertama dalam pengujian kesesuaian data menggunakan metode Chi-kuadrat adalah dengan mencari nilai rerata standar deviasi yang sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.12:

Tabel 4.12 Nilai Rata-rata Standar Deviasi

No	Hujan max	peringkat (M)	P= M/(N+1)	T=1/P
1	210	1	19.091	0.052
2	196.5	2	17.864	0.056
3	187.5	3	17.045	0.059
4	184.5	4	16.773	0.060
5	166.5	5	15.136	0.066
6	139	6	12.636	0.079
7	121	7	11.000	0.091
8	114	8	10.364	0.096
9	107	9	9.727	0.103
10	98.5	10	8.955	0.112

(sumber: Pengolahan Data)

2) Menghitung Jumlah Kelas

- Jumlah data (n) = 10
- Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$
= $1 + 3,3 \log 10$
= 4,4-5 kelas

3) Menghitung Derajat Kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}

- Parameter (P) = 2
- Derajat kebebasan (Dk) = $K - (p+1) = 5 - (2+1) = 2$
- Nilai χ^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10 $\alpha = 5\%$ Dk = 2
- $\chi^2_{cr} = 5,991$

4) Menghitung kelas Distribusi

- Kelas distribusi = $1/5 \times 100 = 20\%$
- Interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%
- Persentase 20%

$$P_{(x)} = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

- Persentase 40%

$$P_{(x)} = 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

- Persentase 60%

$$P_{(x)} = 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

- Persentase 80%

$$P_{(x)} = 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

5) Menghitung kelas Distribusi

a) Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K_T berdasarkan T dari Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss

- $T = 5$ tahun, $K_T = 0,84$

- $T = 2,5$ tahun, $K_T = 0,25$

- $T = 1,67$ tahun, $K_T = -0,25$

- $T = 1,25$ tahun, $K_T = -0,84$

Nilai X rata-rata = 143.55 mm

Nilai Standar Deviasi = 29.33

Interval Kelas :

$$X_T = X + K_T \text{ SD}$$

$$X_T = 143.55 + K_T \times \text{SD}$$

Contoh perhitungan untuk T 5 tahun

$$\begin{aligned} X_5 &= 152,45 + 0,84 \times 41,272 \\ &= 187,118 \text{ mm} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan distribusi probabilitas normal dapat dilihat pada table 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

No	T	X Rata-rata	SD	K_T	X_T
1	5	152.45	41.272	0.84	187.118
2	2.5	152.45	41.272	0.25	162.768
3	1.67	152.45	41.272	-0.25	142.132
4	1.25	152.45	41.272	-0.84	117.782

(sumber: Pengolahan Data)

b) Distribusi Probabilitas Gumbel

Dengan jumlah data (n) = 10 maka didapatkan nilai :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9676$$

$$Y_t = -\ln(-\ln \frac{T-1}{T})$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9676}$$

Sehingga :

$$- T = 5, \quad Y_t = 1.4999 \quad \text{maka } K = 1,0384$$

$$- T = 2,5, \quad Y_t = 0,6717 \quad \text{maka } K = 0,1824$$

$$- T = 1,67, \quad Y_t = 0,0907 \quad \text{maka } K = -0,4181$$

$$- T = 1,25, \quad Y_t = -0,4759 \quad \text{maka } K = -1,0036$$

Nilai X rata-rata = 152.45 mm

Nilai Standar Deviasi = 41.272

Maka Interval Kelas :

$$X_T = \bar{X} + S_{DX} K_t$$

Sehingga :

$$X_5 = 152,45 + (41,272 \times 1,0384) = 195.307 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan distribusi probabilitas gumble dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4.14 Distribusi Probabilitas Gumbel

No	T	X Rata-rata	SD	KT	XT	K	SD	XT
1	5	152.45	41.272	0.84	187.118	1.0384	41.272	195.307
2	2.5	152.45	41.272	0.25	162.768	0.1824	41.272	159.978
3	1.67	152.45	41.272	-0.25	142.132	-0.4181	41.272	135.194
4	1.25	152.45	41.272	-0.84	117.782	-1.0036	41.272	111.030

(sumber: Pengolahan Data)

c) Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai T untuk berbagai periode ulang berdasarkan tfaktor frekuensi K_T (G atau C_s)

$$-T = 5,0 \text{ maka } K_T = 0.84$$

$$-T = 2,5 \text{ maka } K_T = 0.25$$

$$-T = 1,6 \text{ maka } K_T = 0.25$$

$$-T = 1,2 \text{ maka } K_T = -0.84$$

Nilai Log X = 2,168

Nilai S Log X = 0,123

Interval kelas = Log XT = Log X + (x S Log X)

Sehingga :

$$\text{Log } X_5 = 2,168 + (0,844 \times 0,123) = 187.119 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Distribusi Probabilitas Log Normal

No	T	KT	S Log X	Log X	XT
1	5	0.84	0.123	2.168	187.119
2	2.5	0.25	0.123	2.168	158.106
3	1.67	-0.25	0.123	2.168	137.201
4	1.25	-0.84	0.123	2.168	115.928

(sumber: Pengolahan Data)

d) Distribusi Probabilitas Log Person III

Nilai KT dihitung berdasarkan nilai Cs atau G = 0.00

Nilai T untuk faktor frekuensi KT (G atau Cs)

$$-T = 5,0 \text{ maka } K_T = 0.842$$

$$-T = 2,5 \text{ maka } K_T = 0.314$$

$$-T = 1,67 \text{ maka } K_T = -0.651$$

$$-T = 1,25 \text{ maka } K_T = -0.752$$

Nilai Log X = 2,168

Nilai S Log X = 0,123

Interval kelas = Log XT = Log X + (x S Log X)

Sehingga :

$$\text{Log } X_5 = 2,168 + (0,842 \times 0,123) = 186,907 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan lainnya dari distribusi probabilitas Log Normal dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16 Distribusi Probabilitas Log Normal

No	T	KT	S Log X	Log X	XT
1	5	0.842	0.123	2.168	186.907
2	2.5	0.314	0.123	2.168	158.106
3	1.67	-0.651	0.123	2.168	137.201
4	1.25	-0.752	0.123	2.168	116.059

(sumber: Pengolahan Data)

6) Menghitung Nilai X^2 Tabel 4.17 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Normal

Kelas	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	> 187.118	2	3	1	0.5
2	187.118 - 162.768	2	2	-1	0.5
3	162.768 - 142.132	2	0	-1	0.5
4	142.132 - 117.782	2	2	0	0
5	< 117.782	2	3	1	0.5
		10	10	0	2.00

(sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	> 195.307	2	1	1	0.5
2	195.307 - 159.978	2	4	-2	2
3	159.978 - 135.194	2	1	1	0.5
4	135.194 - 111.030	2	2	0	0
5	< 111.030	2	2	0	0
		10	10	0	3.00

(sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.19 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	> 187.119	2	3	-1	0.5
2	187.119 - 158.106	2	2	0	0
3	158.106 - 137.201	2	1	1	0.5
4	137.201 - 115.928	2	1	1	0.5
5	< 115.928	2	3	-1	0.5
		10	10	0	2.00

(sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai X^2 Untuk Distribusi Log Person III

Kelas	Interval	Ef	Oi	Oi-Ef	$\frac{(O_i - E_f)^2}{E_f}$
1	> 186.907	2	3	-1	0.5
2	186.907 - 158.106	2	2	0	0
3	158.106 - 137.201	2	1	1	0.5
4	137.201 - 116.059	2	1	1	0.5
5	< 116.059	2	3	-1	0.5
		10	10	0	2.00

(sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.21 Rekapitulasi X^2 dan X^2_{cr}

N0	Distribusi Probabilitas	X^2 Terhitung	X^2 Kritis	Keterangan
1	Normal	2.00	5.991	Diterima
2	Gumbel	3.00	5.991	Diterima
3	Log Normal	2.00	5.991	Diterima
4	Log Person III	2.00	5.991	Diterima

(sumber: Pengolahan Data)

Pada tabel 4.21 diatas dapat dilihat bahwa X^2 terhitung dari semua jenis distribusi yang digunakan masih di bawah X^2 kritis, maka semua jenis distribusi lolos uji kesesuaian data Chi kuadrat.

4.5.2 Metode Smirnov Kolomogorof

1) Untuk distribusi probabilitas normal

Langkah perhitungan

- Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus :

$$P(X_i) = \frac{m}{n + 1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10 + 1} = 0,09$$

- Menghitung $f(t)$

$$f(t) = \frac{X_i - x}{Sd}$$

$$f(t) = \frac{210 - 152,45}{41,272} = 1,394$$

- Dari hasil $f(t)$ dilihat pada tabel

$$1,394 = 0,9222$$

e) Menghitung $P'(X_i)$

$$P'(X_i) = 1 - 0,9222 = 0,0778$$

f) Menghitung ΔP

$$\Delta P = P'_x - P_x$$

$$\Delta P = 0,0778 - 0,091 = -0,013$$

Hasil perhitungan distribusi Normal dengan Metode Smirnov Komologrov dapat dilihat pada tabel 4.22

Tabel 4.22 Perhitungan Distribusi Normal Dengan Metode Smirnov Komologorov

No	Urut dari besa ke kecil	peringkat	P(Xi)	F(t)	Kurva di bawah normal	P'(Xi)	ΔP
1	210	1	0.091	1.394	0.9222	0.0778	-0.013
2	196.5	2	0.182	1.067	0.8790	0.121	-0.061
3	187.5	3	0.273	0.849	0.8621	0.1379	-0.135
4	184.5	4	0.364	0.777	0.7224	0.2776	-0.086
5	166.5	5	0.455	0.340	0.4325	0.5675	0.113
6	139	6	0.545	-0.326	0.2946	0.7054	0.160
7	121	7	0.636	-0.762	0.2514	0.7486	0.112
8	114	8	0.727	-0.932	0.2327	0.7673	0.040
9	107	9	0.818	-1.101	0.1587	0.8413	0.023
10	98.5	10	0.909	-1.307	0.1112	0.8888	-0.020
	1524.5					MAX=	0.160
	152.45						
	41.272						

(sumber: Pengolahan Data)

2) Untuk distribusi probabilitas gumbel

Langkah perhitungan

a) Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil

b) Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus :

$$P(X_i) = \frac{m}{n + 1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10 + 1} = 0,09$$

c) Menghitung $f(t)$

$$f(t) = \frac{X_i - x}{S_d}$$

$$f(t) = \frac{210-152,45}{41,272} = 1,394$$

d) Tabel Nilai Reduced Standart Deviation (Sn) dan Nilai Reduced Mean (Yn)

e) Yt diperoleh dari persamaan

f) T dihitung dengan rumus $Y_t = -\ln\{-\ln(T-1)/T\}$ atau interpolasi⁷⁰ Tabel Nilai Reduced Variate (Yt)

$$Y_t = 1,819$$

$$= -\ln\{-\ln(T-1/T)\}, \text{ dengan T coba-coba didapat}$$

$$T = 6,68$$

g) $\Delta P_1 = P'(X_i) - P(X_i)$

$$= 0,059 \text{ (Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada tabel 4.22)}$$

h) Karena ΔP maksimum (0,079) < ΔP kritis (0,41) maka distribusi Probabilitas Gumbel dapat diterima

Tabel 4.23 Perhitungan Uji Distribusi Gumbel dengan Metod Smirnov Kolmogorof

No	Urut dari besa ke kecil	peringkat	P(Xi)	F(t)	Yn	Sn	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
1	210	1	0.091	1.394	0.4952	0.9496	1.819	6.68	0.150	0.059
2	196.5	2	0.182	1.067	0.4952	0.9496	1.509	5.04	0.198	0.017
3	187.5	3	0.273	0.849	0.4952	0.9496	1.302	4.2	0.238	-0.035
4	184.5	4	0.364	0.777	0.4952	0.9496	1.233	3.95	0.253	-0.110
5	166.5	5	0.455	0.340	0.4952	0.9496	0.818	2.8	0.357	-0.097
6	139	6	0.545	-0.326	0.4952	0.9496	0.186	1.77	0.565	0.020
7	121	7	0.636	-0.762	0.4952	0.9496	-0.228	1.398	0.715	0.079
8	114	8	0.727	-0.932	0.4952	0.9496	-0.389	1.299	0.770	0.043
9	107	9	0.818	-1.101	0.4952	0.9496	-0.551	1.214	0.824	0.006
10	98.5	10	0.909	-1.307	0.4952	0.9496	-0.746	1.142	0.876	-0.033
	1524.5								MAX =	0.079
	152.45									
	41.272									

(sumber: Pengolahan Data)

3) Untuk distribusi probabilitas log Normal

Langkah perhitungan

- a) Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- b) Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus :

$$P(X_i) = \frac{m}{n + 1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10 + 1} = 0,09$$

- c) Menghitung $f(t)$

$$f(t) = \frac{\log X_i - \log x}{S \log x}$$

$$f(t) = \frac{2,322 - 2,168}{0,123} = 1,253$$

- d) $\Delta P1 = P'(X_i) - P(X_i)$

= 0,004 (Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada **tabel 4.22**)

Tabel 4.24 Perhitungan Uji Distribusi Log Normal dengan Metode Smirnov

No	Urut dari besa ke kecil	Log Xi	P(Xi)	F(t)	Kurva di bawah normal	P'(Xi)	ΔP
1	210	2.322	0.091	1.253	0.9049	0.0951	0.004
2	196.5	2.293	0.182	1.018	0.8708	0.1292	-0.053
3	187.5	2.273	0.273	0.852	0.8554	0.1446	-0.128
4	184.5	2.266	0.364	0.795	0.7422	0.2578	-0.106
5	166.5	2.221	0.455	0.433	0.4761	0.5239	0.069
6	139	2.143	0.545	-0.204	0.4602	0.5398	-0.006
7	121	2.083	0.636	-0.694	0.2709	0.7291	0.093
8	114	2.057	0.727	-0.904	0.1977	0.8023	0.075
9	107	2.029	0.818	-1.128	0.1357	0.8643	0.046
10	98.5	1.993	0.909	-1.420	0.0764	0.9236	0.015
jumlah	1524.5	21.68151876					0.093
x rata	152.45						
log x	2.168						
s log x	0.123						

(sumber: Pengolahan Data)

4) Untuk distribusi probabilitas log person III

Langkah perhitungan

- a) Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- b) Menghitung probabilitas $P(X_i)$ dengan rumus :

$$P(X_i) = \frac{m}{n + 1}$$

$$P(X_i) = \frac{1}{10 + 1} = 0,09$$

- c) Menghitung $f(t)$

$$f(t) = \frac{\log X_i - \log x}{S \log x}$$

$$f(t) = \frac{2,322 - 2,168}{0,123} = 1,251$$

- d) $P'(X_i)$ = ditentukan berdasarkan nilai C_s dan KTr atau $f(t)$ untuk nilai $f(t) = 1,251$ dan $C_s = 0,01$ diperoleh persentase peluang teoritis terlampaui $P'(X_i)$ dengan cara interpolasi didapatkan nilainya : 0,1077

- e) $\Delta P1 = P'(X_i) - P(X_i)$

= 0,0046 (Perhitungan selanjutnya ditabelkan pada **tabel 4.24**)

Tabel 4.25 Perhitungan Uji Distribusi Log Person Tipe III dengan Metode Smirnov

No	Urut dari besa ke kecil	Log Xi	P(Xi)	F(t)	P'Xi	ΔP
1	210	2.322	0.091	1.251	0.0955	0.0046
2	196.5	2.293	0.182	1.016	0.0698	-0.1120
3	187.5	2.273	0.273	0.851	0.0505	-0.2222
4	184.5	2.266	0.364	0.794	0.0485	-0.3151
5	166.5	2.221	0.455	0.432	0.0220	-0.4326
6	139	2.143	0.545	-0.204	0.0192	-0.5263
7	121	2.083	0.636	-0.693	0.0170	-0.6194
8	114	2.057	0.727	-0.903	0.0161	-0.7112
9	107	2.029	0.818	-1.127	0.0151	-0.8031
10	98.5	1.993	0.909	-1.418	0.0138	-0.8953
jumlah	1524.5	21.68151876			MAX =	0.0046
x rata	152.45					
log x	2.168					
s log x	0.123					

(sumber: Pengolahan Data)

Tabel 4.26 Rekapitulasi nilai ΔP terhitung dan ΔP kritis

No	Distribusi Probabilitas	ΔP Terhitung	ΔP Kritis	Keterangan
1	Normal	0.160	0.41	Diterima
2	Gumbel	0.079	0.41	Diterima
3	Log Normal	0.093	0.41	Diterima
4	Log Person III	0.0046	0.41	Diterima

(sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa untuk distribusi probabilitas Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log person III dapat diterima karena nilai ΔP terhitung lebih kecil dibandingkan ΔP Kritis. Sedangkan untuk jenis distribusi yang digunakan berdasarkan **Tabel 4.21** dan **Tabel 4.26** dapat disimpulkan bahwa distribusi dengan nilai X^2 dan ΔP terendah dan di anggap paling aman pada uji Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogrov adalah distribusi Gumble dan untuk hujan rencana untuk periode ulang dapat ditentukan berdasarkan Tabel 4.27 dan Tabel 4.28 :

Tabel 4.27 Hujan Rencana Periode Ulang

Tipologi Kota	Catchment Area (Ha)			
	< 10	10 - 100	100 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 thn	2-5 Thn	5-10 thn	10-25 thn
Kota Besar	2 thn	2-5 Thn	2-5 Thn	5-20 thn
Kota Sedang/Kecil	2 thn	2-5 Thn	2-5 Thn	5-10 thn

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor 12/Prt/M/2014.

Tabel 4.28 Hujan Rencana Terpilih Distribusi Gumbel

No	Curah Hujan (mm)	Peluang (%)	Periode ulang (Tahun)
1	146.8694	50	2
2	196.1383	20	5
3	228.7610	10	10
4	269.9763	4	25
5	300.5520	2	50

(sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel di atas karena untuk lokasi penelitian termasuk ke dalam Kota Sedang dengan Luas 16,4 Ha maka dapat disimpulkan bahwa periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 5 tahun dengan Distribusi Gumbel.

4.6 Analisa Intesitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya laju hujan rata-rata yang terjadi dalam waktu tertentu, dimana air hujan tersebut berkonsentrasi. waktu konsentrasi adalah lamanya waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di tempat terjauh dari suatu titik untuk mencapai titik tersebut. Dalam menganalisa keadaan lapangan, penulis membagi daerah studi menjadi beberapa ruas tinjau dari hulu ke hilir, Metode yang digunakan yaitu metode Mononobe.

I = Intensitas curah hujan adalah besarnya laju hujan rata-rata yang terjadi dalam kurun waktu tertentu, dimana air hujan tersebut berkonsentrasi.

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

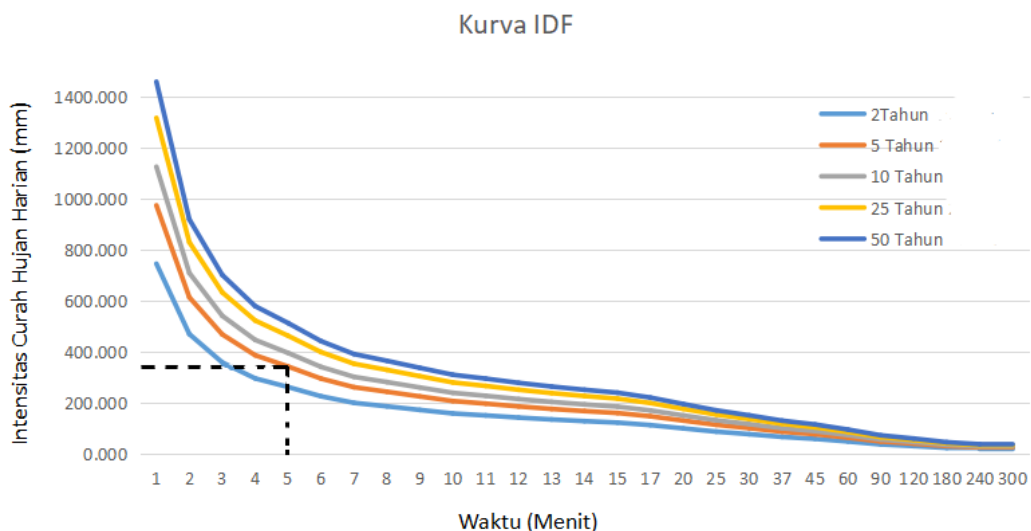
Dimana:

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

$$I = \frac{196,138}{24} \times \left(\frac{24}{0,08} \right)^{2/3}$$

$$= 342,441 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:



Gambar 4.4 Kurva IDF

Berdasarkan kurva IDf di atas dapat dilihat bahwa semakin singkat hujan berlangsung memberikan intensitas hujannya yang cenderung makin tinggi dan semakin besar kala ulangnya maka semakin tinggi pula intensitasnya.

4.6.1 Intensitas Curah Hujan Permukaan Jalan

Berikut perhitungan Intensitas yang berasal dari permukaan jalan dimana untuk mencari Nilai T_0 dengan cara seperti berikut :

1) Perhitungan Ruas 1-2

Diketahui: Lebar jalan = 5 meter
 Lebar Bahu Jalan = 0.5 meter
 Kemiringan memanjang = 0%
 Kemiringan melintang = 1.5%
 Panjang Jalan = 131 meter

Rumus yang digunakan untuk mencari nilai T_0 untuk permukaan jalan yaitu sebagai berikut :

$$T_0 = 1.44 \times \left(l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.467}$$

Dimana :

l_0 = Jarak dari titik terjauh ke inlet (m)
 nd = Koefisien hambatan setara koefisien kekasaran
 S_0 = Kemiringan daerah pengaliran

Perhitungan:

$$\text{Aspal } T_0 = 1.44 \times \left(5 \times \frac{0.01}{\sqrt{0.015}} \right)^{0.467} = 0.022 \text{ jam}$$

$$\text{Berm } T_0 = 1.44 \times \left(0.5 \times \frac{0.10}{\sqrt{0.015}} \right)^{0.467} = 0.016 \text{ jam}$$

$$\text{Waktu enju saluran } T_0 = T_0 \text{ Aspal} + T_0 \text{ Berm} = 0.022 + 0.016 = 0.038 \text{ jam}$$

Selanjutnya rumus yang digunakan untuk menghitung nilai T_d pada ruas jalan tersebut Seperti dibawah ini :

$$T_d = \frac{L}{V \times 60}$$

Dimana :

L = Panjang jalan dan saluran (m)

V = Kecepatan di dalam saluran (m/dt)

$T_d = 131 / (1.50 \times 60) = 0,024$ Jam

$T_c = 0.038 + 0.024 = 0.062$ Jam

$I = \frac{196.138}{24} \times \left(\frac{24}{0.062}\right)^{0,67} = 434.537$ mm/jam (Hasil lainnya dapat dilihat pada

Tabel 4.29)

Tabel 4.29 Intensitas Curah Hujan Dari Jalan

Ruas	panjang	Lebar jalan	Lebar Bahu Jalan	Δh	T0 Jalan	To Berm	To	Td	Tc	Intensitas Hujan
1-2	131	5	0.5	1.5	0.022	0.016	0.038	0.024	0.062	434.537
1-4	278	8	1.5	1.5	0.027	0.026	0.054	0.051	0.105	305.366
2-3	110	5	0.5	1.5	0.022	0.016	0.038	0.020	0.058	453.746
2-5 L	275	4	0.5	1.5	0.020	0.016	0.035	0.051	0.086	347.906
2-5 R	275	4	0.5	1.5	0.020	0.016	0.035	0.051	0.086	347.906
3-6	263	2	0.5	1.5	0.014	0.016	0.030	0.049	0.079	370.130
4-5 L	137	2.5	0.5	1.5	0.016	0.016	0.032	0.025	0.057	459.249
4-5 R	137	2.5	0.5	1.5	0.016	0.016	0.032	0.025	0.057	459.249
4-7	220	8	1.5	1.5	0.027	0.026	0.054	0.041	0.094	328.126
5-6 L	129	3	0.5	1.5	0.017	0.016	0.033	0.024	0.057	459.665
5-6 R	129	3	0.5	1.5	0.017	0.016	0.033	0.024	0.057	459.665
5-8 L	170	4	1	1.5	0.020	0.022	0.042	0.031	0.073	389.288
5-8 R	170	4	1	1.5	0.020	0.022	0.042	0.031	0.073	389.288
6-9	134	2	0.5	1.5	0.014	0.016	0.030	0.025	0.055	471.003
7-8 L	150	2	1.5	1.5	0.014	0.026	0.041	0.028	0.068	406.522
7-8 R	150	2	1.5	1.5	0.014	0.026	0.041	0.028	0.068	406.522
7-10	158	8	1.5	1.5	0.027	0.026	0.054	0.029	0.083	357.779
8-9 L	124	2	1	1.5	0.014	0.022	0.036	0.023	0.059	448.459
8-9 R	124	2	1	1.5	0.014	0.022	0.036	0.023	0.059	448.459
8-11 L	166	4	1	1.5	0.020	0.022	0.042	0.031	0.072	391.944
8-11 R	166	4	1	1.5	0.020	0.022	0.042	0.031	0.072	391.944
9-12	159	2	0.5	1.5	0.014	0.016	0.030	0.029	0.059	446.236
10-13	48	2.5	1.5	1.5	0.016	0.026	0.042	0.009	0.051	493.898
11-12	118	2.5	1.5	1.5	0.016	0.026	0.042	0.022	0.064	424.777
11-13	137	2.5	1.5	1.5	0.016	0.026	0.042	0.025	0.068	409.899

(sumber: Pengolahan Data)

4.6.2 Intensitas Hujan Dari kawasan

Selanjutnya perhitungan intensitas curah hujan, yang berasal dari pemukiman daerah drainase Ruas Sekunder 1-2:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana:

S = Kemiringan rata-rata daerah aliran

ΔH = Elevasi hulu – Elevasi hilir

L = Panjang lintasan aliran

Dikeahui:

Panjang lintasan aliran (L) = 218 meter

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{6-5,6}{131} = 0,0031$$

Maka :

$$T_0 = 144 \left(131 \frac{0,15}{\sqrt{0,25}} \right)^{0,467} = 0,148 \text{ jam}$$

$$T_d = 131 / (60 \times 0,6) = 0,061 \text{ jam}$$

$$T_c = 0,148 + 0,061 = 0,209 \text{ jam}$$

Dari nilai T_c diatas maka dapat dicari intensitas curah hujan periode 5 tahun untuk ruas sekunder 1-2

$$I = \frac{196,138}{24} \times \left(\frac{24}{0,209} \right)^{2/3} = 193.337 \text{ mm/jam}$$

Jadi nilai intensitas hujan yang didapat untuk saluran sekunder 1-2 yaitu sebesar mm/jam, berikut penulis lampirkan tabel untuk perhitungan intensitas hujan dari pemukiman setiap ruas.

Berikut penulis tambahkan hasil perhitungan intensitas hujan tiap ruas untuk pemukiman pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Intensitas Hujan Tiap Ruas

Ruas	panjang	Δh	s	To	td	Tc	Intensitas Hujan
1-2	131	0.4	0.0031	0.148	0.061	0.209	193.337
1-4	278	0.8	0.0029	0.152	0.129	0.281	158.578
2-3	110	0.3	0.0027	0.156	0.051	0.207	194.401
2-5 L	275	0.9	0.0033	0.143	0.127	0.271	162.561
2-5 R	275	0.9	0.0033	0.143	0.127	0.271	162.561
3-6	263	0.4	0.0015	0.205	0.122	0.327	143.379
4-5 L	137	0.5	0.0036	0.136	0.063	0.200	199.137
4-5 R	137	0.5	0.0036	0.136	0.063	0.200	199.137
4-7	220	0.7	0.0032	0.145	0.102	0.247	172.745
5-6 L	129	0.2	0.0016	0.203	0.060	0.263	165.763
5-6 R	129	0.2	0.0016	0.203	0.060	0.263	165.763
5-8 L	170	0.7	0.0041	0.129	0.079	0.207	194.097
5-8 R	170	0.7	0.0041	0.129	0.079	0.207	194.097
6-9	134	0.6	0.0045	0.124	0.062	0.186	208.870
7-8 L	150	0.5	0.0033	0.142	0.069	0.211	191.590
7-8 R	150	0.5	0.0033	0.142	0.069	0.211	191.590
7-10	158	0.2	0.0013	0.223	0.073	0.296	152.986
8-9 L	124	0.3	0.0024	0.165	0.057	0.222	185.284
8-9 R	124	0.3	0.0024	0.165	0.057	0.222	185.284
8-11 L	166	0.6	0.0036	0.137	0.077	0.214	190.309
8-11 R	166	0.6	0.0036	0.137	0.077	0.214	190.309
9-12	159	0.5	0.0031	0.146	0.074	0.220	186.857
10-13	48	1.7	0.0354	0.047	0.022	0.069	402.966
11-12	118	0.4	0.0034	0.141	0.055	0.196	201.858
11-13	137	0.4	0.0029	0.151	0.063	0.214	189.773

(sumber: Pengolahan Data)

4.7 Analisa Debit Rencana

4.7.1 Debit Air Hujan

Perhitungan debit permukaan di kawasan berdasarkan intensitas curah hujan rencana yang telah didapatkan sesuai dengan perhitungan intensitas curah hujan pada kawasan di atas perhitungan debit ini dengan menggunakan metode rasional.

Menghitung debit ang diterima

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana:

Q = Debit rencana dengan masa ulang n tahun (M^3/det)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

C = Merupakan koefisien penyebaran hujan ini menggunakan nilai 0,75
(perumahan multi unit)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Perhitungan debit banjir dari permukaan jalan pada ruas saluran **Sekunder 1-2**

Diketahui:

Intensitas hujan (I) = 369,920 mm/jam

Luas Daerah pengaliran (A) = 0,0083 km^2

Contoh perhitungan pada ruas saluran sekunder 1-2

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

$$Q = 0,278 \times 0,75 \times 434,537 \times 0,005$$

$$Q = 0,453 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Berikut penulis tambahkan tabel perhitungan debit air hujan dapat dilihat pada tabel 4.31

Tabel 4.31 Debit Air Hujan

Ruas	panjang	F	C	Intensitas Hujan	A	Q
1-2	131	0.278	0.750	434.537	0.005	0.453
1-4	278	0.278	0.750	305.366	0.0133	0.847
2-3	110	0.278	0.750	453.746	0.0035	0.331
2-5 L	275	0.278	0.750	347.906	0.0128	0.928
2-5 R	275	0.278	0.750	347.906	0.0132	0.958
3-6	263	0.278	0.750	370.130	0.0119	0.918
4-5 L	137	0.278	0.750	459.249	0.004	0.383
4-5 R	137	0.278	0.750	459.249	0.0034	0.326
4-7	220	0.278	0.750	328.126	0.009	0.616
5-6 L	129	0.278	0.750	459.665	0.0033	0.316
5-6 R	129	0.278	0.750	459.665	0.0026	0.249
5-8 L	170	0.278	0.750	389.288	0.008	0.649
5-8 R	170	0.278	0.750	389.288	0.0067	0.544
6-9	134	0.278	0.750	471.003	0.0063	0.619
7-8 L	150	0.278	0.750	406.522	0.0038	0.322
7-8 R	150	0.278	0.750	406.522	0.0029	0.246
7-10	158	0.278	0.750	357.779	0.0074	0.552

8-9 L	124	0.278	0.750	448.459	0.0022	0.206
8-9 R	124	0.278	0.750	448.459	0.003	0.281
8-11 L	166	0.278	0.750	391.944	0.0079	0.646
8-11 R	166	0.278	0.750	391.944	0.0068	0.556
9-12	159	0.278	0.750	446.236	0.0064	0.595
10-13	48	0.278	0.750	493.898	0.003	0.309
11-12	118	0.278	0.750	424.777	0.0023	0.204
11-13	137	0.278	0.750	409.899	0.0011	0.094

(sumber: Pengolahan Data)

4.7.2 Analisa Air Buangan dan Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air kotor buangan rumah tangga, bangunan gedung, instalasi, dan sebagainya. Untuk memperkirakan jumlah air kotor yang akan dialirkan ke saluran drainase harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah perencanaan, Adapun besarnya kebutuhan air penduduk rata-rata adalah 250 liter/orang/hari. Sedangkan debit kotor yang harus dibuang di dalam saluran adalah 70% dari kebutuhan air bersih.

Untuk memperkirakan debit air kotor, terlebih dahulu diketahui jumlah pemakaian air rata-rata setiap orang dalam satu hari. Berdasarkan hal tersebut maka jumlah air kotor yang dibuang setiap hari dapat dihitung dengan rumus :
Perhitungan Debit air limbah di masing-masing Saluran

Contoh perhitungan ar limbah saluran 1-4

a) Kebutuhan air bersih domestik (penduduk)

$$Q_{abp} = (63 \times 250 \text{ lt/org.hari}) + 5 \%.$$

$$= 0.00019 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{ak} = (70 \% \times 0.00019) \times 1,25$$

$$= 0,00017 \text{ m}^3/\text{dt}$$

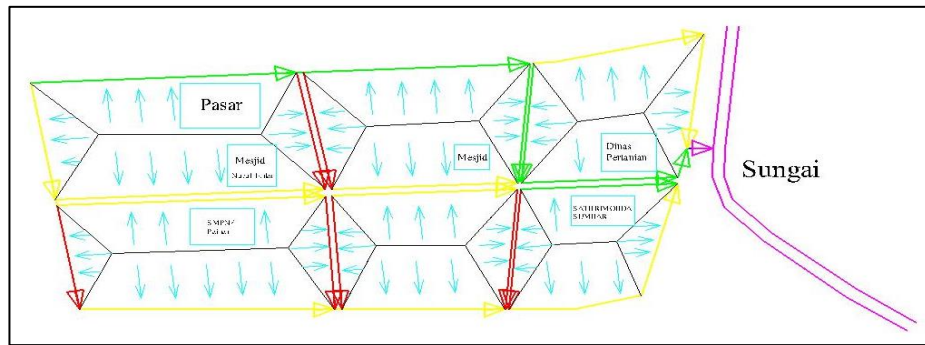
b) . Kebutuhan air bersih non domestik (Pasar)

$$Q_{abm} = 12000 \text{ lt/unit. Hari}$$

$$Q_{ak} = (95 \% \times 0.00014) \times 1,25$$

$$= 0.00013 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Hasil perhitungan air kotor untuk seluruh saluran dapat dilihat pada Tabel 4.32.



Gambar 4 5 Denah layanan dan Kebutuhan Air Sarana

Pada gambar 4.5 dapat dilihat daerah yang dilayani oleh saluran eksisting drainase pada lokasi penelitian.

Tabel 4.32 Perhitungan Air Kotor Masing-Masing Saluran

Ruas	Penduduk (Jiwa)	Sarana	Q ab penduduk (m3/dt)	Q ab sarana (m3/dt)	ΣQ ab (m3/dt)	Q ak penduduk (m3/dt)	Q ak sarana (m3/dt)	ΣQ ak (m3/dt)
1-2	63		0.00019		0.00019	0.00017		0.00017
1-4	87	Pasar	0.00026	0.00014	0.00040	0.00023	0.00013	0.00036
2-3	52		0.00016		0.00016	0.00014		0.00014
2-5 L	72	Mesjid	0.00022	0.00151	0.00173	0.00019	0.00143	0.00163
2-5 R	61	Sekolah	0.00019	0.00017	0.00035	0.00016	0.00016	0.00032
3-6	67		0.00020		0.00020	0.00018		0.00018
4-5 L	31		0.00009		0.00009	0.00008		0.00008
4-5 R	36		0.00011		0.00011	0.00010		0.00010
4-7	73		0.00022		0.00022	0.00019		0.00019
5-6 L	28		0.00009		0.00009	0.00007		0.00007
5-6 R	34		0.00010		0.00010	0.00009		0.00009
5-8 L	34	Mesjid	0.00010		0.00010	0.00009		0.00009
5-8 R	40		0.00012		0.00012	0.00011		0.00011
6-9	49		0.00015		0.00015	0.00013		0.00013
7-8 L	33		0.00010		0.00010	0.00009		0.00009
7-8 R	42		0.00013		0.00013	0.00011		0.00011
7-10	30		0.00009		0.00009	0.00008		0.00008
8-9 L	28		0.00009		0.00009	0.00007		0.00007
8-9 R	30		0.00009		0.00009	0.00008		0.00008
8-11 L	31	Kantor	0.00009	0.00011	0.00021	0.00008	0.00011	0.00019
8-11 R	33	Kantor	0.00010	0.00011	0.00021	0.00009	0.00011	0.00020
9-12	56		0.00017		0.00017	0.00015		0.00015
10-13	32		0.00010		0.00010	0.00009		0.00009
11-12	23		0.00007		0.00007	0.00006		0.00006
11-13	14		0.00004		0.00004	0.00004		0.00004

(sumber: Pengolahan Data)

Untuk mendapatkan nilai Qsaluran dengan rumus $Q_{sal} = Q_{ah} + Q_{ak}$

$Q_{sal\ 1-4} = Q_{ah} + Q_{ak}$

$Q_{sal\ 1-4} = 0,45300 + 0,00017 = 0,45317\ m^3/detik$

Untuk perhitungan selanjutnya pada tabel 4.33:

Tabel 4.33 Debit Aliran Pada Saluran

Ruas	Q Air Hujan (m ³ /dt)	ΣQ Air Kotor (m ³ /dt)	Q saluran (m ³ /dt)
1-2	0.45300	0.00017	0.45317
1-4	0.84680	0.00036	0.84716
2-3	0.33112	0.00014	0.33126
2-5 L	0.92849	0.00163	0.93012
2-5 R	0.95751	0.00032	0.95783
3-6	0.91835	0.00018	0.91853
4-5 L	0.38301	0.00008	0.38310
4-5 R	0.32556	0.00010	0.32566
4-7	0.61573	0.00019	0.61592
5-6 L	0.31627	0.00007	0.31635
5-6 R	0.24918	0.00009	0.24927
5-8 L	0.64933	0.00009	0.64942
5-8 R	0.54382	0.00011	0.54392
6-9	0.61869	0.00013	0.61882
7-8 L	0.32209	0.00009	0.32217
7-8 R	0.24580	0.00011	0.24591
7-10	0.55202	0.00008	0.55210
8-9 L	0.20571	0.00007	0.20578
8-9 R	0.28051	0.00008	0.28059
8-11 L	0.64559	0.00019	0.64578
8-11 R	0.55570	0.00020	0.55589
9-12	0.59546	0.00015	0.59561
10-13	0.30893	0.00009	0.30902
11-12	0.20370	0.00006	0.20376
11-13	0.09401	0.00004	0.09405

(sumber: Pengolahan Data)

4.7.3 Analisa Debit Inflow

Selain debit air hujan dan debit rencana air buangan, debit inflow perlu dianalisis untuk menghitung total debit banjir rencana. Debit inflow merupakan debit aliran yang masuk pada saluran diluar daerah catchment area. Untuk menghitung besarnya debit inflow yang masuk ke saluran primer dapat digunakan rumus debit:

$$Q = A \times V$$

Dimana:

Q = debit inflow yang masuk ke saluran

A = Luas basah saluran

V = kecepatan aliran air pada salurandrainase

Dari hasil Survey dan pengukuran dilapangan didapatkan data berikut :

$$b = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,6 \text{ m}$$

□ Luas Penampang

$$A = b \times h$$

$$= 0,55 \times 0,6$$

$$= 0,33 \text{ m}^2$$

□ Keliling Basah Saluran

$$P = b + 2h$$

$$= 0,55 + 2 (0,60)$$

$$= 1,75 \text{ m}$$

□ Jari-Jari Hidrolis

$$R = A / P$$

$$= 0,33 / 1,75$$

$$= 0,189 \text{ m}$$

□ Kemiringan saluran

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

$$= \frac{0,4}{263}$$

$$= 0,0015 \text{ m}$$

□ Kecepatan Aliran

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

$$V = \frac{1}{0,02} \cdot 0,189^{2/3} \cdot 0,0015^{1/2}$$

$$= 0,638 \text{ m}^3/\text{dt}$$

□ Debit

$$Q = A \times v$$

$$= 0,33 \times 0,638$$

$$= 0,2105 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.7.4 Analisa Debit Banjir Rencana

Besarnya debit banjir rencana dihitung dengan menjumlahkan debit air hujan rencana dengan debit air kotor atau air buangan, dan pada ruas 20-21 dan ruas 21-22, debit dari kompleks perumahan masuk (bergabung) dengan debit yang sudah ada pada ruas tersebut (Q_{inflow}).

Debit banjir rencana dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{br}} = Q_{\text{ah}} + Q_{\text{ak}} + Q_{\text{inflow}}$$

Dimana :

Q_{br} = debit banjir rencana

Q_{ah} = debit air hujan rencana

Q_{ak} = debit air kotor atau air buangan

Q_{inf} = debit aliran masuk (hanya untuk saluran alam yang sudah ada)

Dapat dilihat bahwa pada ruas 5-8 R terdapat 3 aliran inflow yang masuk yaitu dari saluran 2-5 R, 5-6 L dan 5-6 R dan dimana debit inflow yang masuk berbeda-beda tiap saluran yang dapat dilihat pada skema jaringan. Perhitungan debit rencana dapat dilihat pada tabel 4.35:

Tabel 4.34 Perhitungan Debit Aliran Yang Di layani Saluran

Ruas	Q saluran (m ³ /dt)	Q inflow(m ³ /dt)			Q Rencana (m ³ /dt)
		1	2	3	
1-2	0.4532	0	0	0	0.4532
1-4	0.8472	0	0	0	0.8472
2-3	0.3313	0	0	0	0.3313
2-5 L	0.9301	0	0	0	1.3833
2-5 R	0.9578	0	0	0	0.9578
3-6	0.9185	0.2105	0.3313	0	1.4603
4-5 L	0.3831	0	0	0	0.3831
4-5 R	0.3257	0	0	0	0.3257
4-7	0.6159	0.8472	0	0	1.4631
5-6 L	0.3163	0	0	0	0.3163
5-6 R	0.2493	0	0	0	0.2493
5-8 L	0.6494	1.3833	0.3831	0.3257	2.7415
5-8 R	0.5439	0.9578	0.3163	0.2493	2.0674

6-9	0.6188	1.4603	0	0	2.0791
7-8 L	0.3222	0.5521	0	0	0.8743
7-8 R	0.2459	1.4631	0	0	1.7090
7-10	0.5521	0	0	0	0.5521
8-9 L	0.2058	0	0	0	0.2058
8-9 R	0.2806	0	0	0	0.2806
8-11 L	0.6458	2.7415	0.8743	1.7090	5.9705
8-11 R	0.5559	2.0674	0	0	2.6233
9-12	0.5956	2.0791	0.2058	0.2806	3.1611
10-13	0.3090	0	0	0	0.3090
11-12	0.2038	3.1611	0	0	3.3648
11-13	0.0940	5.9705	2.6233	3.3648	12.0527

(sumber: Pengolahan Data)

4.8 Analisa Saluran Terbuka

Dalam menghitung dimensi saluran drainase untuk kawasan Jalan Sultan Syahrir direncanakan penampang saluran yang berbentuk segi empat pada saluran. Dengan pertimbangan saluran ini dapat menghemat lahan serta mudah dalam pemeliharaannya.

Dalam menghitung dimensi saluran digunakan asumsi sebagai berikut : Nilai koefisien kekasaran Manning dipakai 0,020 (susunan batu dengan adukan semen dan diplester) untuk drainase.

Nilai kemiringan dasar saluran berdasarkan masing-masing ruas.

Perhitungan dimensi saluran ruas 1-2

Data :

$$Q = 0,4532 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$n = 0,020$$

$$S = 0,0031$$

$$b = 0.8$$

$$h = 0,55 \text{ (Trial and error)}$$

Perhitungan menggunakan metode *Coba-coba* sehingga didapat nilai sebagai berikut:

Dari hasil diatas diperoleh :

□ Luas penampang basah

$$A = b \times h$$

$$= 0,8 \times 0,55$$

$$= 0,44 \text{ m}^2$$

□ Keliling basah saluran (P)

$$P = b + 2h$$

$$= 0,8 + (2 \times 0,55)$$

$$= 1,9 \text{ m}$$

□ Jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,44}{1,9} = 0,232$$

□ Kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{N} \cdot 0,232^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0031^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,042$$

□ Freeboard umumnya 0,15 m – 0,6 m (Ir. Haryano Sukarto,MSi, Drainase Perkotaan, DPU) ambil F = 0,3 m. maka tinggi saluran

□ Tinggi saluran (H)

$$H = h + F$$

$$= 0,55 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,85 \text{ m}$$

□ Debit (Q)

$$Q = A \times V$$

$$= 0,44 \times 1,042$$

$$= 0,4584 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 0,4584 \text{ m}^3/\text{detik} > \text{mendekati } Q_{\text{rencana}} = 0,4532 \text{ m}^3/\text{detik} \dots (\text{Ok !!!!})$$

Berikut penulis lampirkan hasil perhitungan metode coba-coba menggunakan Aplikasi Microsoft Excel seperti pada tabel 4.35:

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Penampang Menggunakan Cara Coba-coba

Ruas	S	n	H (m)	b (m)	F	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Q Analisa (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)
1-2	0.0031	0.02	0.4	0.8	0.3	0.7	0.320	1.60	0.200	0.945	0.4532	0.3024
1-2	0.0031	0.02	0.5	0.8	0.3	0.8	0.400	1.80	0.222	1.014	0.4532	0.4055
1-2	0.0031	0.02	0.55	0.8	0.3	0.85	0.440	1.90	0.232	1.042	0.4532	0.4584
1-2	0.0031	0.02	0.6	0.8	0.3	0.9	0.480	2.00	0.240	1.067	0.4532	0.5122

(sumber: Pengolahan Data)

Untuk perhitungan dimensi saluran pada tiap ruas drainase di Kawasan Jalan Sultan Syahrir dengan menggunakan metode coba-mencoba dapat dilihat pada tabel 4.36:

Tabel 4.36 Tabel Analisa Dimensi Saluran

Ruas	S	n	h (m)	b (m)	F	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q rencana (m ³ /s)	Q coba - coba (m ³ /s)
1-2	0.0031	0.02	0.55	0.8	0.3	0.85	0.440	1.90	0.232	1.042	0.4532	0.4584
1-4	0.0029	0.02	0.6	1.2	0.3	0.9	0.720	2.40	0.300	1.202	0.8472	0.8654
2-3	0.0027	0.02	0.69	0.55	0.3	0.99	0.380	1.93	0.197	0.883	0.3313	0.3351
2-5 L	0.0033	0.02	1.33	0.8	0.3	1.63	1.064	3.46	0.308	1.303	1.3833	1.3866
2-5 R	0.0033	0.02	0.98	0.8	0.3	1.28	0.784	2.76	0.284	1.236	0.9578	0.9690
3-6	0.0015	0.02	1.97	0.8	0.3	2.27	1.576	4.74	0.332	0.936	1.4603	1.4749
4-5 L	0.0036	0.02	0.45	0.8	0.3	0.75	0.360	1.70	0.212	1.073	0.3831	0.3863
4-5 R	0.0036	0.02	0.4	0.8	0.3	0.7	0.320	1.60	0.200	1.033	0.3257	0.3306
4-7	0.0032	0.02	0.87	1.2	0.3	1.17	1.044	2.94	0.355	1.414	1.4631	1.4765
5-6 L	0.0016	0.02	0.75	0.6	0.3	1.05	0.450	2.10	0.214	0.705	0.3163	0.3172
5-6 R	0.0016	0.02	0.55	0.6	0.3	0.85	0.330	1.70	0.194	0.660	0.2493	0.2178
5-8 L	0.0041	0.02	1.63	1	0.3	1.93	1.630	4.26	0.383	1.691	2.7415	2.7563
5-8 R	0.0041	0.02	1.28	1	0.3	1.58	1.280	3.56	0.360	1.622	2.0674	2.0766
6-9	0.0045	0.02	1.65	0.8	0.3	1.95	1.320	4.10	0.322	1.572	2.0791	2.0746
7-8 L	0.0033	0.02	0.69	1	0.3	0.99	0.690	2.38	0.290	1.265	0.8743	0.8725
7-8 R	0.0033	0.02	1.19	1	0.3	1.49	1.190	3.38	0.352	1.439	1.7090	1.7128
7-10	0.0013	0.02	0.71	1	0.3	1.01	0.710	2.42	0.293	0.785	0.5521	0.5577
8-9 L	0.0024	0.02	0.49	0.55	0.3	0.79	0.270	1.53	0.176	0.773	0.2058	0.2083
8-9 R	0.0024	0.02	0.63	0.55	0.3	0.93	0.347	1.81	0.191	0.817	0.2806	0.2831
8-11 L	0.0036	0.02	2.67	1.2	0.3	2.97	3.204	6.54	0.490	1.868	5.9705	5.9854
8-11 R	0.0036	0.02	1.32	1.2	0.3	1.62	1.584	3.84	0.413	1.666	2.6233	2.6385
9-12	0.0031	0.02	2.85	0.8	0.3	3.15	2.280	6.50	0.351	1.395	3.1611	3.1796
10-13	0.0354	0.02	0.15	1.1	0.3	0.45	0.165	1.40	0.118	2.262	0.3090	0.3732
11-12	0.0034	0.02	2.12	1	0.3	2.42	2.120	5.24	0.405	1.592	3.3648	3.3760
11-13	0.0029	0.02	2.75	2	0.3	3.05	5.500	7.50	0.733	2.197	12.0527	12.084

4.9 Analisa Gorong-gorong

Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistem drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan. Gorong-gorong dapat berbentuk lingkaran atau berbentuk segi empat dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya. Kecepatan pengaliran perlu diperhatikan kepada pertimbangan kemampuan membersihkan sendirinya, karena biasanya gorong-gorong terletak di bawah tanah sulit dalam pemeliharaan

Perhitungan gorong-gorong

Data : nilai Q masing-masing posisi

1. Gorong-gorong pada titik 5 L.

$$\begin{aligned} Q &= Q_{2-5 L} + Q_{4-5 R} \\ &= 1.3833 + 0.3257 \\ &= 1,7090 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Data:

$$\begin{aligned} Q &= 1,7090 \text{ m}^3/\text{dt} \\ n &= 0,017 \\ S &= 0,02 \\ F &= 0,03\text{m} \\ b &= 0,8 \text{ m} \\ h &= 0,75 \text{ m (coba-coba)} \end{aligned}$$

Penampang aliran persegi dengan contoh perhitungan seperti berikut:

- Luas penampang basah

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,8 \times 0,75 \\ &= 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah saluran (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,8 + (2 \times 0,75) \\ &= 2,3 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis (R)

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

$$R = \frac{0,6}{2,3} = 0,261 \text{ m}$$

□ Kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{N} \cdot 0,261^{\frac{2}{3}} \cdot 0,02^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,887$$

□ Freeboard umumnya 0,15 m – 0,6 m (Ir. Haryano Sukarto,MSi, Drainase Perkotaan, DPU) ambil F = 0,3 m. maka tinggi saluran

□ Tinggi saluran (H)

$$H = h + F$$

$$= 1 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

$$= 1,3 \text{ m}$$

□ Debit (Q)

$$Q = A \times V$$

$$= 0,6 \times 2,887$$

$$= 1,7321 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$Q = 1,7321 \text{ m}^3 / \text{detik} > \text{mendekati } Q_{\text{rencana}} = Q = 1.7090 \text{ m}^3 / \text{dt} \dots (\text{Ok !!!!})$

Untuk perhitungan dimensi Gorong-gorong yang ada drainase di Kawasan Jalan Sultan Syahrir dengan menggunakan metode coba-mencoba dapat dilihat pada tabel 4.37::

Tabel 4.37 Analisa Dimensi Gorong-gorong

Ruas	S	n	h (m)	b (m)	F	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/s)	Q rencana (m ³ /s)	Q coba - coba (m ³ /s)
4	0.02	0.017	0.3	1.2	0.3	0.6	0.360	1.8	0.200	2.418	0.8472	0.8706
5 L	0.02	0.017	0.75	0.8	0.3	1.05	0.600	2.3	0.261	2.887	1.7090	1.7321
5 R	0.02	0.017	0.59	0.8	0.3	0.89	0.472	1.98	0.238	2.719	1.2741	1.2832
6	0.02	0.017	1.05	0.55	0.3	1.35	0.578	2.65	0.218	2.561	1.4603	1.4788
8 L	0.02	0.017	2.02	0.7	0.3	2.32	1.414	4.74	0.298	3.157	4.4505	4.4639
8 R	0.02	0.017	1.12	0.7	0.3	1.42	0.784	2.94	0.267	2.930	2.2849	2.2967
9	0.02	0.017	1.63	0.5	0.3	1.93	0.815	3.76	0.217	2.552	2.0741	2.0795
11	0.02	0.017	1.43	1.1	0.3	1.73	1.573	3.96	0.397	3.821	5.9881	6.0104

(sumber: Pengolahan Data)

4.10 Perhitungan air balik (Back Water)

Debit dari Kawasan Jalan Sultan Syahrir dengan debit drainase mengalir dan masuk ke saluran primer .Untuk mengetahui terjadinya *back water* pada saluran drainase Primer ketika keluar ke outlet saluran ,maka perlu dihitung analisa pengaruh aliran balik / *back water* dari saluran drainase primer terhadap outlet saluran.

Data : $a = 1,2$

$h = 0,10 \text{ m}$

$I = 0,04$

Perhitungan:

$$\frac{h}{a} = \frac{0,10}{1,2} = 0,083$$

$$\begin{aligned}\text{Maka } L &= \frac{a+h}{i} \\ &= \frac{1,2+0,10}{0,04} \\ &= 32,5 \text{ m}\end{aligned}$$

4.11 Validasi Penampang Saluran

Setelah didapat desain penampang dan ukuran drainase yang direncanakan, lalu penulis membandingkan ukuran yang dilapangan dengan hasil perhitungan. Berikut pada Tabel 4.38 tentang perbandingan dimensi yang berada dilapangan dengan yang penulis perhitungkan

Tabel 4.38 Perbandingan Dimensi Saluran Drainase

Ruas	Q Lapangan (m ³ /dt)	Q Reancana (m ³ /dt)	Keterangan
1-2	0.3024	0.4532	Tidak Cukup
1-4	1.4659	0.8472	Cukup
2-3	0.1714	0.3313	Tidak Cukup
2-5 L	0.5865	1.3833	Tidak Cukup
2-5 R	0.5865	0.9578	Tidak Cukup
3-6	0.3615	1.4603	Tidak Cukup
4-5 L	0.4433	0.3831	Cukup
4-5 R	0.4433	0.3257	Cukup
4-7	1.5415	1.4631	Cukup

5-6 L	0.1000	0.3163	Tidak Cukup
5-6 R	0.1000	0.2493	Tidak Cukup
5-8 L	0.8096	2.7415	Tidak Cukup
5-8 R	0.8096	2.0674	Tidak Cukup
6-9	0.4910	2.0791	Tidak Cukup
7-8 L	0.7284	0.8743	Tidak Cukup
7-8 R	0.7284	1.7090	Tidak Cukup
7-10	0.5477	0.5521	Tidak Cukup
8-9 L	0.2401	0.2058	Cukup
8-9 R	0.2401	0.2806	Tidak Cukup
8-11 L	1.1889	5.9705	Tidak Cukup
8-11 R	1.1889	2.6233	Tidak Cukup
9-12	0.4115	3.1611	Tidak Cukup
10-13	4.5502	0.3090	Tidak Cukup
11-12	1.0614	3.3648	Tidak Cukup
11-13	2.9551	0,9405	Tidak Cukup

(sumber: Pengolahan Data)

Setelah dilakukan perbandingan mengenai dimensi saluran drainase yang berada di lapangan dengan yang direncanakan oleh penulis, Penulis mendapatkan ada beberapa ukuran saluran drainase yang berada di Kawasan Jalan Sultan Syahrir, tidak mampu untuk menampung debit air banjir yang direncanakan oleh sebab itu perlu dilakukan sedikit evaluasi untuk saluran tersebut.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan analisa pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

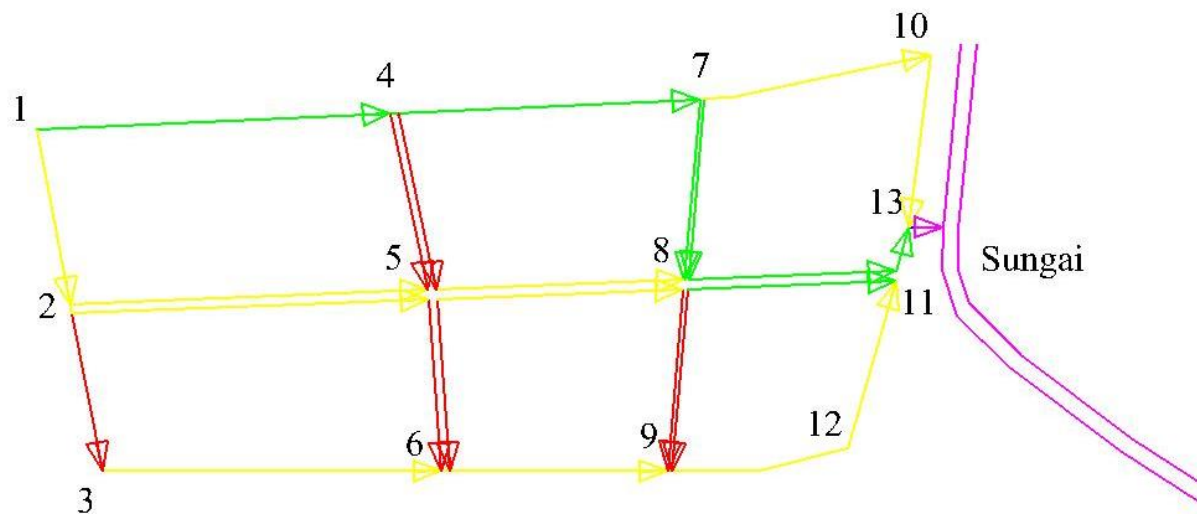
- 1) Dengan data hujan 10 tahun (2013-2022) menggunakan stasiun Koto Salapan dan Batang kapas diperoleh curah hujan rencana adalah 196.138 mm
- 2) Dari hasil perhitungan Debit banjir didapatkan hasil debit banjir tiap saluran untuk debit terendah dan tertinggi yaitu ruas 8-9 $Q = 0,2058 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan 11-13 $Q = 0,9405 \text{ m}^3/\text{dt}$ untuk debit seluruh saluran dapat dilihat pada Tabel 4.38.
- 3) Setelah dilakukan analisa dan perhitungan didapatkan beberapa dimensi saluran yang tidak dapat menampung debit banjir yang telah diperhitungkan diantaranya ruas 1-2, 2-3 dan seterusnya, untuk daftar saluran lain yang perlu evaluasi dapat dilihat pada tabel 4.38.
- 4) Saluran yang tidak mampu menampung debit rencana perlu direncanakan kembali dimensi saluran agar dapat menampung deebit rencana.

5.2 Saran

- 1) Perlunya perbaikan pada beberapa saluran di kawasan ini guna menyelesaikan permasalahan banjir yang terjadi.
- 2) Pada beberapa ruas menampung terlalu banyak debit masuk dari saluran lain sehingga perlu direncanakan arah drainase agar ruas tersebut tidak menampung terlalu banyak debit masuk dari drainase yang lain.
- 3) Perlunya pemeliharaan rutin pada saluran drainase agar tidak terjadinya banjir.
- 4) Perlunya edukasi Kesadaran dari mayarakat untuk memelihara dan menjaga drainase dengan tidak membuang sampah pada saluran agar aliran air dalam saluran tidak terganggu sehingga kondisi saluran dapat terjaga dan terawat dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial, Geospasial Indonesia
- Bambang T.(1993). *Hidraulika*,Yogyakarta: Beta offset.
- Chow, Van Te. 2007 *Hidrolika Saluran Terbuka* ; Jakarta Biro Penerbit Erlangga
- Dinas Sumber Daya Air dan Bina Konstruksi Provinsi Sumatera Barat
- Hasmar. 2002. *Drainase Perkotaan. Edisi Pertama*. Yogyakarta: Penerbit UI
- I made kamiana, 2011. *Teknik Perhitungan debit rencana bangunan air*
Yogyakarta: Yogyakarta Graha ilmu.
- Kustamar. 2019. *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian Urban dan Pesisir Jawa Timur*: Dreamlitera.
- Kementrian Pekerjaan Umum,2013 Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. *Standar Perencanaan Irigasi KP-02* ; Biro Penerbit PU, Jakarta
- Mulyanto, 2013 *Penataan Drainase Perkotaan Yogyakarta*: Yogyakarta Graha Ilmu.
- Soemarto, C. D., 1999. *Hidrologi Teknik* Jakarta: Erlangga.
- Surat Keputusan, Kementerian PU Nomor 233 Tahun 1987. *Drainase Kota* Jakarta.
- Suripin. 2004 *Analisa Hidrologi Siklus Hidrologi* ; Penerbit Pranadya Pramita Jakarta
- Suripin, 2019. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan* Andi: Yogyakarta
- Utama, Lusi. *Hidrologi Teknik* ; Penerbit Bung Hatta Press, Padang 2013
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan, Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Zufrimar, dkk 2018 *Kajian Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) Dengan Pendekatan Haspers dan mononobe Pada DAS BT. Ombilin. Yogyakarta Konferensi Nasional Teknik Sipil 10*



KETERANGAN

- SALURAN TERSIER
- SALURAN SEKUNDER
- SALURAN PRIMER



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BUNG HATTA

TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI SALURAN
DRAINASE DIKAWASAN JALAN
SULTAN SYAHRIR KOTA PAINAN
KABUPATEN PESISIR SELATAN

Fimky May chellvin
1810015211240

PEMBIMBING I

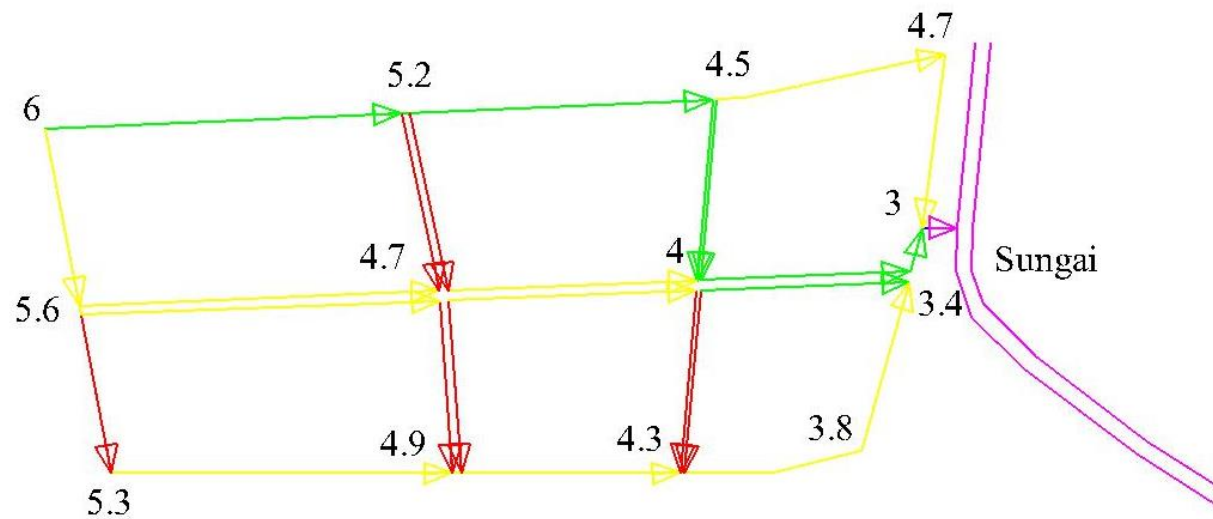
Dr. Ir. Lusi Utama, M.T

PEMBIMBING II

Yolcherlina, S.T, M.T

JUDUL

PETA SITUASI DAN ARAH
ALIRAN



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BUNG HATTA

TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI SALURAN
DRAINASE DIKAWASAN JALAN
SULTAN SYAHIR KOTA PAINAN
KABUPATEN PESISIR SELATAN

Finky May chellvin
1810015211240

PEMBIMBING I

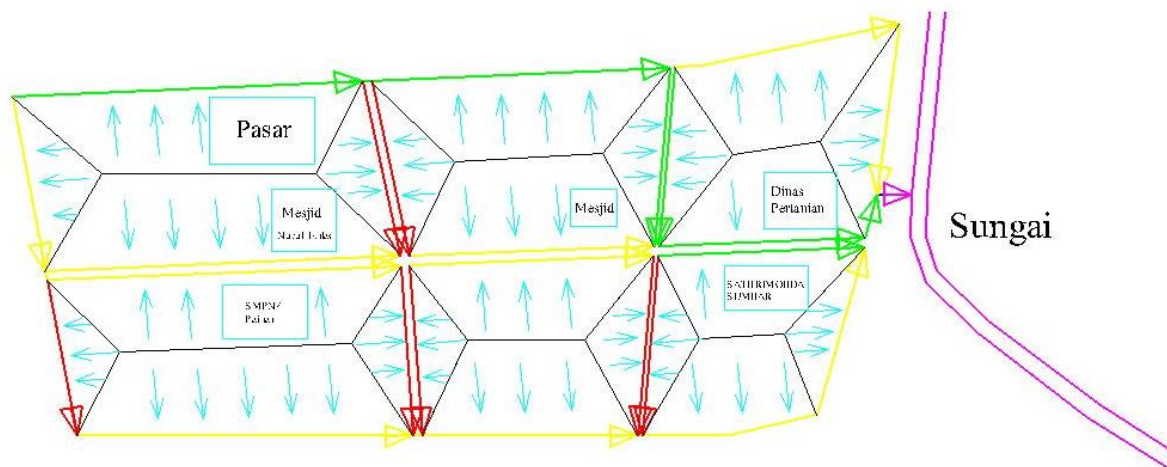
Dr. Ir. Lusi Utama, M.T

PEMBIMBING II

Yulcherlina, S.T, M.T

JUDUL

PETA ELEVASI
DASAR SALURAN



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BUNG HATTA

TUGAS AKHIR

ANALISIS DIMENSI SALURAN
DRAINASE DIKAWASAN JALAN
SULTAN SYAIIRIR KOTA PAINAN
KABUPATEN PESISIR SELATAN

Finky May chellvin
1810015211240

PEMBIMBING I

Dr. Ir. Lusi Utama, M.T

PEMBIMBING II

Yulcherlina, S.T, M.T

JUDUL

PETA PELAYANAN SALURAN

