

SKRIPSI

ANALISIS PERENCANAAN PEKERJAAN DRAINASE TIPE *U-DITCH*
BETON BERTULANG JALAN A. YANI KOTA PAYAKUMBUH

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil*



Oleh

ANDIKA RAHMAN
181000222201016

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2022

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PERENCANAAN PEKERJAAN DRAINASE TIPE *U-DITCH*
BETON BERTULANG JALAN A. YANI KOTA PAYAKUMBUH

Oleh

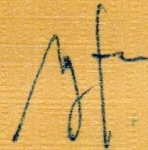
ANDIKA RAHMAN
181000222201016

Dosen Pembimbing I,



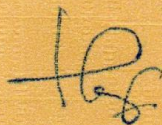
Ir. Surya Eka Priana, M. T., IPP.
NIDN. 1016026603

Dosen Pembimbing II,



Febrimen Herista, S. T., M. T.
NIDN. 1001026961

Ketua Program Studi
Teknik Sipil,



Helga Yermadona, S. Pd., M. T.
NIDN. 1013098502

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatra Barat,




Masril, S. T., M. T.
NIDN. 1005057407

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi tim penguji pada ujian tertutup tanggal 14 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

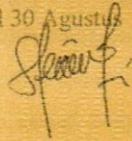
Bukittinggi, 30 Agustus 2022
Mahasiswa,


Andika Rahman
18100022201-016

Disetujui Tim Penguji Skripsi Tanggal 30 Agustus 2022 :

1. Selpa Dewi, ST., MT.

1.

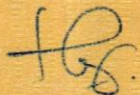


2. Endri, ST., MT.

2.



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil,


Helga Yermadona, S. Pd., M. T.
NIDN: 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andika Rahman

NPM : 181000222201016

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe
U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota
Payakumbuh

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 10 September 2022

Yang membuat pernyataan,



ANDIKA RAHMAN

181000222201016

ABSTRAK

Banjir dan genangan air telah menjadi masalah yang cukup lama terjadi pada kawasan Jalan A. Yani Kota Payakumbuh. Masalah tersebut disebabkan karena berbagai hal seperti wilayah tersebut merupakan daerah yang cenderung datar, sehingga aliran air hujan relatif lambat dan kecepatan aliran dapat mendekati titik nol, serta kualitas saluran yang tidak memadai untuk menampung debit yang datang dari saluran primer. Tujuan dari penelitian ini untuk merencanakan sistem drainase pada jalan A. Yani kota payakumbuh. Data atau informasi yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari PUPR Kota Payakumbuh dan BPSDA Bukittinggi serta data primer diperoleh dari survei langsung di lapangan. Metode pengolahan data menggunakan metode Log Normal untuk menentukan hujan rencana dan perhitungan secara manual dengan metode rasional untuk menghitung debit hujan, dan rumus *Manning* untuk debit saluran. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat debit maksimal dari dimensi saluran drainase eksisting tahunan dalam 2 tahun = 1.13 m³/dtk , 5 tahun = 1.56 m³/dtk dan 10 tahun = 2.23 m³/dtk. Maka direncanakan dimensi saluran drainase untuk saluran drainase sekunder jalan A. Yani Kota Payakumbuh dengan tipe saluran *U-Ditch* yaitu dengan saluran kanan *U-Ditch* 1.2 m x 1.4 m dan saluran kiri *U-Ditch* 1,25 m x 1,45 m. Dengan kemampuan debit maksimal rencana saluran kanan sebesar 2.58 m³/dtk dan debit maksimal rencana saluran kiri sebesar 2.872 m³/dtk. Dengan tipe saluran *U-Ditch* maka akan dapat mengalirkan debit air lebih maksimal dengan tekanan pada dinding saluran yang lebih kecil.

Kata Kunci : *Drainase , Metode Log Normal, U-Ditch, Debit Hujan(Q).*



KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah yang Maha Agung, atas segala rahmat nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini berjudul ” **Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh**”.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak. Oleh sebab itu pada kesempatan ini dengan hati yang tulus dan penuh rasa syukur, penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Masril, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
2. Ibu Helga Yermadona, S. Pd. MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil
3. Bapak Ir. Surya Eka Priana, MT selaku Pembimbing I.
4. Bapak Febrimen Herista, ST. MT selaku Pembimbing II.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil UMSB.
6. Bapak/Ibu Bagian Administrasi dan Tata Usaha Fakultas Teknik UMSB.
7. Orang Tua serta Kakak dan Adek penulis yang telah juga memberikan dukungan moril serta do'a kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari bagi penulis maupun oleh pihak-pihak yang memerlukannya.

Bukittinggi , September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Drainase	4
2.2 Jenis-Jenis Drainase.....	6
2.3 Pola Jaringan Drainase.....	13
2.4 Fungsi Saluran Drainase	15
2.5 Daerah Pelayanan dan Daerah Aliran.....	16
2.6 Siklus Hidrologi.....	17
2.7 Analisis Hidrologi.....	18
2.8 Kriteria Perencanaan.....	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1 Lokasi Penelitian	51
3.2 Data Penelitian.....	51
3.2.1 Jenis Penelitian	51
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data	52
3.3 Metode Analisis Data	53
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	54

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Analisis Hidrologi.....	55
4.2 Analisis Hidrolika.....	74
BAB V. PENUTUP.....	80
5.1 Kesimpulan.....	80
5.2 Saran	81

DAFTAR PUSTAKA

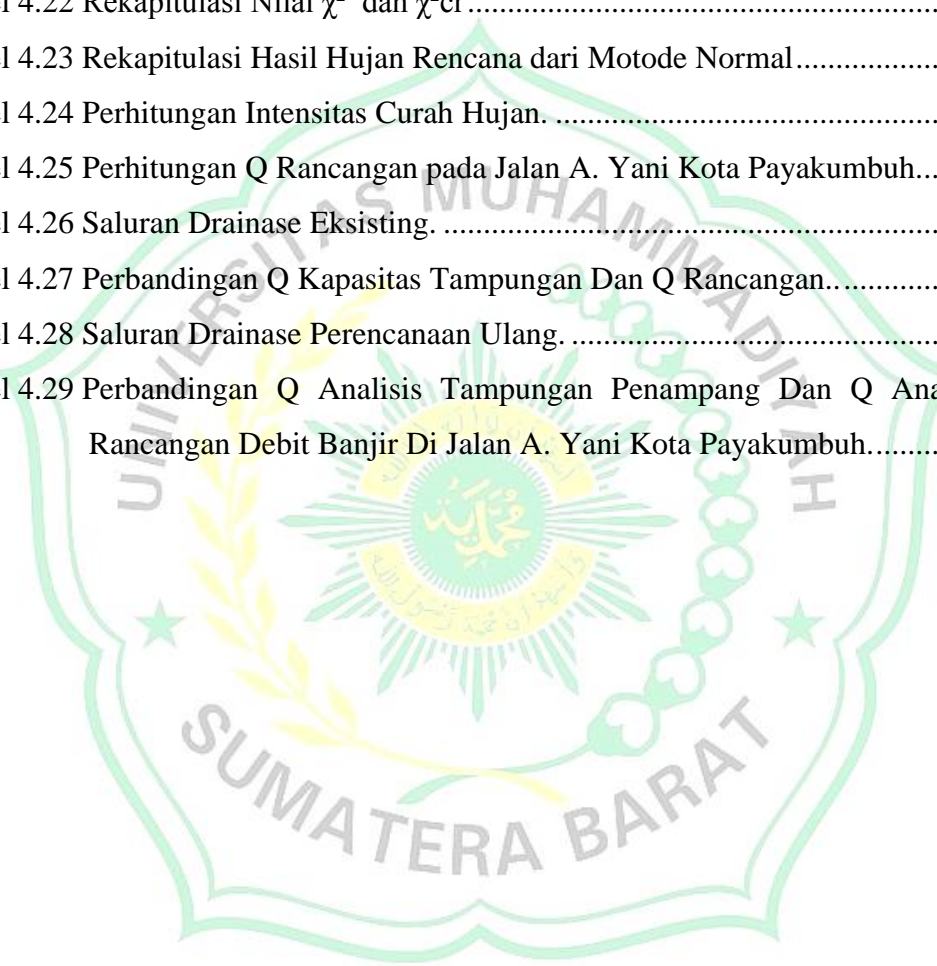
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 PUH untuk Perencanaan Saluran Drainase Kota dan Bangunan	23
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss	28
Tabel 2.3 Hubungan <i>Reduced Mean</i> (Y_n).....	30
Table 2.4 Periode ulang untuk t tahun.	31
Tabel 2.5 Hubungan <i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n).....	31
Tabel 2.6 Koefisien kemecengan (C_s)	32
Tabel 2.7 Perkiraan Kecepatan Rata-Rata di dalam Saluran Alami	39
Tabel 2.8 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Tata Guna Lahan	40
Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran berdasarkan Kondisi Permukaan Tanah	41
Tabel 2.10 Koefisien Manning Untuk Berbagai Keadaan Saluran	44
Tabel 2.11 Tipe Saluran dan Kecepatan Aliran	45
Tabel 2.12 Faktor Koreksi dari Kecepatan Maksimum yang Diperbolehkan untuk Berbagai Kedalaman Air	46
Tabel 2.13 Faktor Koreksi untuk Kecepatan Maksimum yang Diijinkan pada Saluran Lengkungan / Belokan	46
Tabel 2.14 Kemiringan Dinding Saluran yang Dianjurkan sesuai dengan Bahan yang Digunakan	47
Tabel 2.15 Besaran–Besaran Penampang Hidrolis Optimum.....	50
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Canduang	55
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Tanjung Pati	56
Tabel 4.3 Data Curah Hujan Bulanan Stasiun Suliki.....	56
Tabel 4.4 Curah Hujan Bulanan Rerata	57
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Parameter Metode Normal	59
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal.....	59
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Parameter Metode Log Normal.....	60
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal	61
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Parameter Metode Gumbel.....	62
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Distribusi Gumbel	63
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Parameter Metode Log Person Type III.....	64
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Distribusi Log Person Type III.....	65

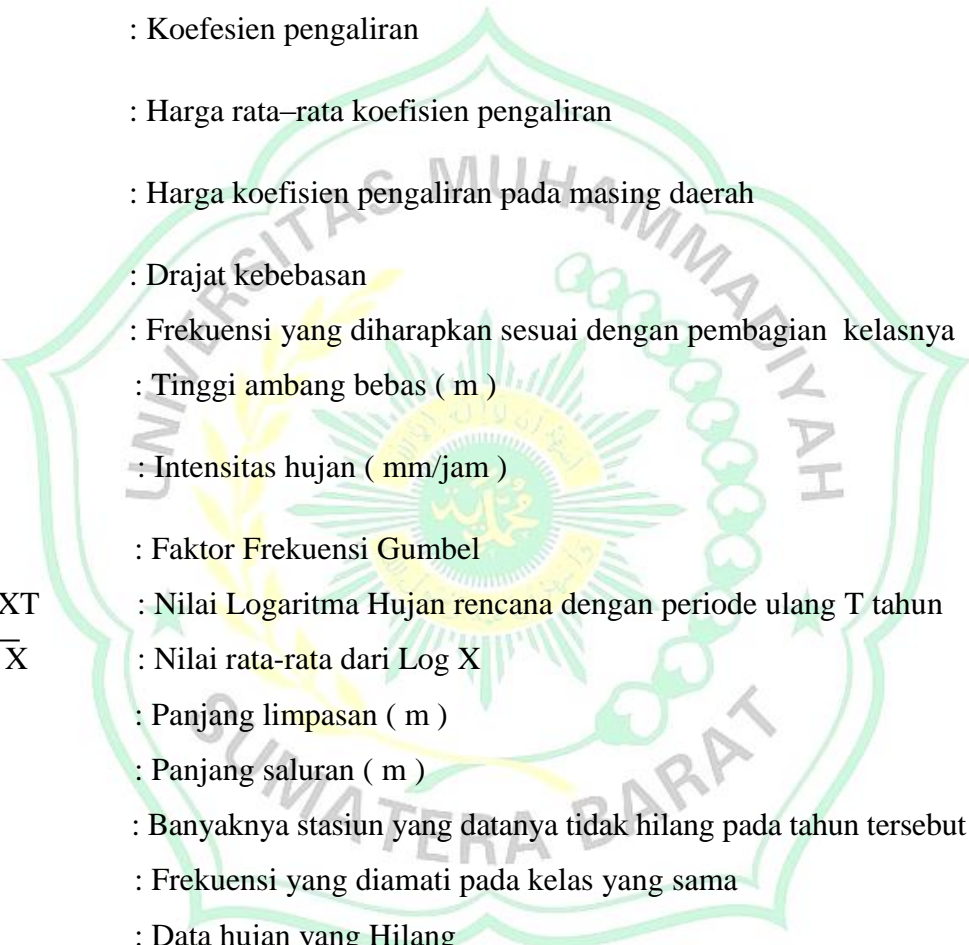
Tabel 4.13 Data Hujan Yang telah diurutkan dari besar ke kecil	67
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal.....	68
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal	69
Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Distribusi Gumbel	70
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III.....	70
Tabel 4.18 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Normal	70
Tabel 4.19 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Normal.....	71
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Gumbel.....	71
Tabel 4.21 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Pearson Type III	71
Tabel 4.22 Rekapitulasi Nilai χ^2 dan χ^2_{cr}	71
Tabel 4.23 Rekapitulasi Hasil Hujan Rencana dari Motode Normal.....	72
Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.	74
Tabel 4.25 Perhitungan Q Rancangan pada Jalan A. Yani Kota Payakumbuh.....	74
Tabel 4.26 Saluran Drainase Eksisting.	74
Tabel 4.27 Perbandingan Q Kapasitas Tampung Dan Q Rancangan.....	77
Tabel 4.28 Saluran Drainase Perencanaan Ulang.	77
Tabel 4.29 Perbandingan Q Analisis Tampung Penampang Dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Di Jalan A. Yani Kota Payakumbuh.....	79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Terbentuknya Drainase Alamiah.....	7
Gambar 2.2 Drainase Buatan	7
Gambar 2.3 Bentuk Saluran Drainase.....	12
Gambar 2.4. Pola Jaringan Siku.....	13
Gambar 2.5. Pola Jaringan Paralel.....	13
Gambar 2.6 Pola Jaringan <i>Grid Iron</i>	14
Gambar 2.7 Pola Jaringan Alamiah	14
Gambar 2.8 Pola Jaringan Radial.....	15
Gambar 2.9 Pola Jaringan Jaring-jaring.....	15
Gambar 2.10 Siklus Hidrologi	17
Gambar 2.11 Penentuan Curah Hujan Representatif Cara Poligon Thiessen.....	26
Gambar 2.12 Penentuan Curah Hujan Representatif Cara Isohyet.....	27
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	51
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian.....	54
Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan Maksimum.....	57
Gambar 4.2 Saluran Drainase Eksisting.....	75
Gambar 4.3 Saluran Penampang <i>U-Ditch</i> Rencana.....	77

DAFTAR NOTASI



A	: Luas penampang basah
A_i	: Luas pengaruh dari stasiun i
A_l	: Luas bagian antara garis isohyets
A	: Luas daerah aliran (km)
A_i	: Luas masing–masing daerah (ha)
A	: Luas tampang aliran
C	: Koefisien pengaliran
C_r	: Harga rata–rata koefisien pengaliran
C_i	: Harga koefisien pengaliran pada masing daerah
Dk	: Drajat kebebasan
Ef	: Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
F	: Tinggi ambang bebas (m)
I	: Intensitas hujan (mm/jam)
K	: Faktor Frekuensi Gumbel
LogXT	: Nilai Logaritma Hujan rencana dengan periode ulang T tahun
$\overline{\text{Log X}}$: Nilai rata-rata dari Log X
L	: Panjang limpasan (m)
Ld	: Panjang saluran (m)
n	: Banyaknya stasiun yang datanya tidak hilang pada tahun tersebut
Of	: Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
P_x	: Data hujan yang Hilang
P	: Banyaknya parameter, untuk Chi kuadrat adalah 2
P	: Jari-jari hidrolis
Q	: Kapasitas pengaliran (m ³ / detik)
R_{24}	: Curah Hujan Maximum dalam 24 Jam (mm)

R_x	: Curah hujan rata-rata pada stasiun dimana data yang hilang dihitung
R_i	: Curah hujan tahunan rata – rata pada tahun ke – i
R_i	: besarnya curah hujan (mm)
\bar{R}	: Curah hujan rata- rata Regional
R	: jari-jari hidrolis (m)
S	: Standar Deviasi
$S \text{ Log } X$: Standar deviasi dari Log X
S_n	: <i>Reduced Standar deviasi</i>
S_o	: kemiringan daerah limpasan (%)
S	: kemiringan memanjang saluran
T_c	: Waktu Kosentrasi (Jam)
T_d	: lamanya pengaliran dalam saluran (menit)
T_o	: waktu limpasan (menit)
V_d	: kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)
V	: kecepatan aliran (m/dtk)
X_T	: Hujan rencana dengan periode ulang T tahun
\bar{X}	: Nilai rata-rata
X_T	: Hujan rencana dengan periode ulang T tahun
X	: Nilai rata-rata
χ^2	: Parameter chi kuadrat terhitung
χ^2_{cr}	: parameter Chi kuadrat kritis
Y_T	: <i>Reduced Variate</i>
Y_n	: <i>Reduced Mean</i>
Y	: kedalaman air dalam keadaan normal (m)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya pertumbuhan dan perkembangan kota menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi. Adapun perkembangan kota meliputi pemetaan area pemukiman, perdagangan, fasilitas-fasilitas umum, fasilitas-fasilitas komersial, perkantoran, sarana serta prasarana perkotaan yang lain termasuk fasilitas jaringan jalan. Perubahan tata guna lahan tersebut jelas sangat mempengaruhi koefisien pengaliran (*run off coefficient*), sehingga nilai/harga koefisien pengaliran juga berubah pula. Timbulnya banjir/ genangan pada kawasan perkotaan yang sering terjadi merupakan salah satu indikasi dari akibat berubahnya tata guna lahan di kawasan tersebut, disamping karena kondisi dari sistem saluran yang ada.

Perubahan tata guna lahan dan kondisi saluran yang tidak memadai dapat terlihat pada wilayah-wilayah yang terjadi banjir. Seperti pada kawasan Jalan A. Yani Kota Payakumbuh ketika musim penghujan datang rentan terhadap terjadinya banjir. Masalah tersebut disebabkan karena berbagai hal seperti wilayah tersebut merupakan daerah yang cenderung datar, sehingga aliran air hujan relatif lambat dan kecepatan aliran dapat mendekati titik nol, serta kualitas saluran yang tidak memadai untuk menampung debit yang datang dari saluran primer. Masalah lain yang ada di daerah kota Payakumbuh adalah kemacetan. Hal ini disebabkan karena saluran ini juga bisa menimbulkan masalah lain yaitu masalah kemacetan, jika dilihat dari aktifitas lalu lintas yang padat dan sempitnya jalan dikawasan itu. Maka masalah di atas perlu segera dicarikan solusi dengan cara segera melakukan normalisasi saluran tersebut.

Dengan upaya tindakan pencegahan dilakukan pemerintah Kota Payakumbuh terhadap masalah banjir yang setiap tahun melanda wilayah Payakumbuh khususnya Jalan A. Yani, Pemerintah Kota Payakumbuh membuat proyek untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan saluran drainase dari beton *precast* yang diharapkan bisa memberi jalan keluar terhadap masalah banjir dan macet di kawasan Kota Payakumbuh.

Saluran beton pra cetak *U-ditch* bisa menjadi solusi jika dilihat dari lahan dan efisiensi waktu pengerjaan. Dengan demikian masalah banjir dan kemacetan bisa dicegah dan dikurangi dengan pemasangan saluran drainase beton bertulang tipe *U-ditch*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya antara lain:

1. Bagaimana sistem drainase eksisting dikawasan Jalan A. Yani Kota Payakumbuh?
2. Berapa debit yang masuk kesaluran pembuangan sistem drainase?
3. Berapakah kebutuhan dimensi saluran drainase untuk dapat menerima debit yang masuk?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas maka dapat diketahui batasan masalah yang dibahas sebagai berikut:

1. Perencanaan drainase kota Payakumbuh
2. Perhitungan debit air akibat hujan
3. Menganalisa bentuk saluran penampang drainase

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung debit banjir rencana sistem drainase di Jalan A.Yani Kota Payakumbuh.
2. Menghitung dimensi saluran drainase agar tidak terjadi genangan-genangan air di Jalan A.Yani Kota Payakumbuh.

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat antara lain:

1. Sebagai bahan untuk menambah pengetahuan tentang menyelesaikan persoalan pengendalian genangan-genangan air di Jalan perkotaan.

2. Sebagai bahan referensi penyusun tugas akhir yang akan datang khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun dalam 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku dan sumber-sumber lain dari media massa yang berkaitan dengan penyusunan proposal ini, serta beberapa *literature review* yang berhubungan dengan penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas secara singkat mengenai kondisi daerah secara umum, lokasi proyek, kondisi daerah drainase, dan metode pengumpulan data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang tahapan persiapan dan perhitungan serta analisa curah hujan dan kemampuan penampang saluran menampung debit maksimal.

Bab V Penutup

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

2.1.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Menurut Laoh dkk. (2013) Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi suatu kawasan/lahan tidak terganggu.

Drainase merupakan salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase di sini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini adalah untuk mengeringkan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir (Hasmar, 2002).

Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir. Drainase mempunyai arti mengalirkan,

menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin, 2004)

Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving water*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, pelimpah, bangunan terjun dan stasiun pompa (Suripin, 2004).

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota adalah jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai melintas di dalam kota.

Persyaratan dalam perencanaan drainase adalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan drainase harus sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air sepenuhnya berdaya guna dan hasil guna.
- b. Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase harus mempertimbangkan faktor ekonomi dan faktor keamanan.
- c. Perencanaan drainase harus mempertimbangkan segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan sistem drainase tersebut.

Dalam merencanakan drainase permukaan jalan dilakukan perhitungan debit aliran (Q) perhitungan dimensi serta kemiringan selokan dan gorong-gorong, rumusrumus, tabel, grafik serta contoh perhitungannya (SNI 03-3424: Tata Cara Perencanaan Drainase

Permukaan Jalan, 1994). Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin, 2004):

- a. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.2 Jenis-Jenis Drainase

Untuk lebih memudahkan pemahaman tentang drainase, selanjutnya jenis drainase dapat dikelompokkan berdasarkan:

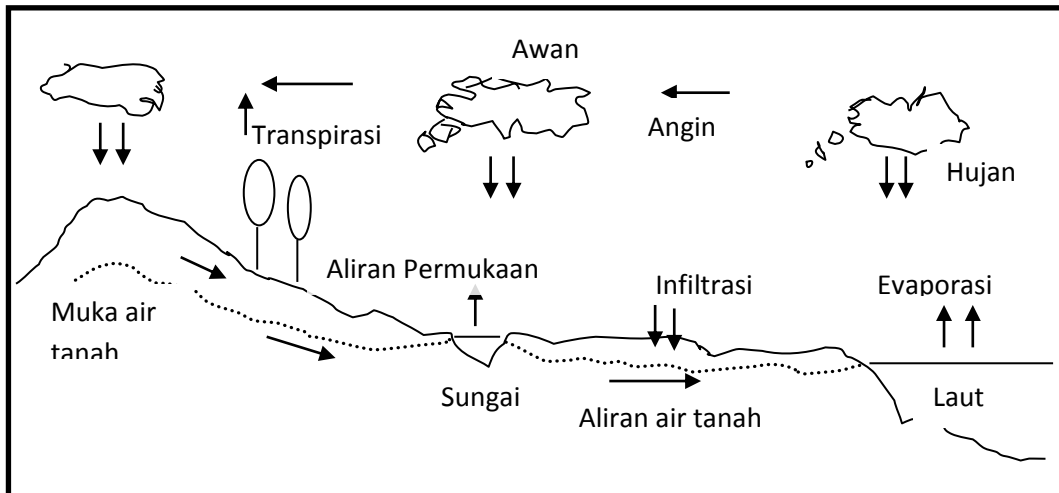
- a. Cara terbentuknya
- b. Sistem pengaliran
- c. Tujuan/Sasaran pembuatannya
- d. Tata letaknya
- e. Fungsinya
- f. Konstruksinya
- g. Bentuk penampang saluran drainase

2.2.1 Drainase Berdasarkan Cara Terbentuknya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari cara terbentuknya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah terbentuk melalui proses alamiah yang berlangsung lama. Saluran drainase terbentuk akibat gerusan air sesuai dengan kontur tanah. Drainase alamiah ini terbentuk pada kondisi tanah yang cukup kemiringannya, sehingga air akan mengalir dengan sendirinya, masuk ke sungai-sungai. Pada tanah yang cukup *poreous*, air yang ada di permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*). (Wesli, 2008),

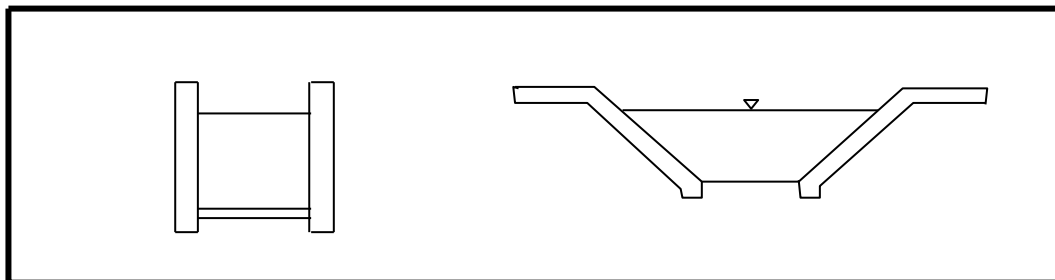


Gambar 2.1 Terbentuknya Drainase Alamiah
 Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

Air yang meresap berubah menjadi aliran antara (*sub-surface flow*) mengalir menuju sungai, dan dapat juga mengalir ke dalam tanah (perkolasi) hingga ke air tanah yang kemudian bersama-sama dengan air tanah mengalir sebagai aliran tanah (*ground water flow*) menuju sungai. Umumnya drainase alamiah ini berupa sungai beserta anak-sungainya yang membentuk suatu jaringan alur sungai.

2. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase buatan adalah sistem yang dibuat dengan maksud tertentu dan merupakan hasil rekayasa berdasarkan hasil hitung-hitungan yang dilakukan untuk upaya penyempurnaan atau melengkapi kekurangan sistem drainase alamiah. Pada sistem drainase buatan memerlukan biaya-biaya baik pada perencanaannya maupun pada pembuatannya.



Gambar 2.2 Drainase Buatan
 Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.2.2 Drainase Berdasarkan Sistem Pengalirannya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan Sistem Jaringan

Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapannya.

2. Drainase dengan Sistem Resapan

Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air dipermukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konservasi air.

2.2.3 Drainase Berdasarkan Tujuan/Sasaran Pembuatannya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari tujuan pembuatannya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan adalah pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan ke sungai yang melintasi wilayah perkotaan tersebut sehingga wilayah perkotaan tidak digenangi air.

2. Drainase Daerah Pertanian

Drainase daerah pertanian adalah pengeringan atau pengaliran air daerah pertanian baik di persawahan maupun daerah sekitarnya bertujuan untuk mencegah kelebihan air agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

3. Drainase Lapangan Terbang

Drainase lapangan terbang adalah pengeringan atau pengaliran air dari kawasan lapangan terbang terutama pada

runway (landasan pacu) dan *taxiway* sehingga kegiatan penerbangan baik *takeoff*, landing maupun *taxing* tidak terhambat. Pada lapangan terbang drainase juga bertujuan untuk keselamatan terutama pada saat landing dan *take off* yang apabila tergenang air dapat mengakibatkan tergelincirnya pesawat terbang.

4. Drainase Jalan Raya

Drainase jalan raya adalah pengeringan atau pengaliran air dari permukaan jalan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada badan jalan dan menghindari kecelakaan lalu lintas. Drainase jalan raya biasanya berupa saluran di kiri-kanan jalan serta gorong-gorong yang melintas di bawah badan jalan.

5. Drainase Jalan Kereta Api

Drainase jalan kereta api adalah pengeringan atau pengaliran air di sepanjang jalur rel kereta api yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada jalur rek kereta api.

6. Drainase pada Tanggul dan Dam

Drainase pada tanggul dan dam adalah pengaliran air di daerah sisi luar tanggul dan dam yang bertujuan untuk mencegah keruntuhan tanggul dan dam akibat erosi rembesan aliran air.

7. Drainase Lapangan Olahraga

Drainase lapangan olah raga adalah pengeringan atau pengaliran air pada suatu lapangan olah raga seperti lapangan bola kaki dan lainnya yang bertujuan agar kegiatan olah raga tidak terganggu meskipun dalam keadaan hujan.

8. Drainase untuk Keindahan Kota

Drainase untuk keindahan kota adalah bagian dari drainase perkotaan, namun pembuatan drainase ini lebih ditujukan lebih pada sisi estetika seperti tempat rekreasi dan lainnya.

9. Drainase untuk Kesehatan Lingkungan

Drainase untuk kesehatan lingkungan merupakan bagian dari drainase perkotaan, dimana pengeringan dan pengaliran air bertujuan untuk mencegah genangan yang dapat menimbulkan wabah penyakit.

10. Drainase untuk Penambahan Areal

Drainase untuk penambahan areal adalah pengeringan atau pengaliran air pada daerah rawa ataupun laut yang tujuannya sebagai upaya untuk menambahkan areal.

2.2.4 Drainase Berdasarkan Tata Letaknya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari tata letaknya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah sistem drainase yang salurannya berada di atas permukaan tanah yang pengaliran air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran (*slope*)

2. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah permukaan tanah adalah sistem drainase yang dialirkan dibawah tanah biasanya karena sisi artistik atau pada suatu areal yang tidak memungkinkan untuk mengalirkan air di atas permukaan tanah seperti pada lapangan olah raga, lapangan terbang, taman dan lainnya.

2.2.5 Drainase Berdasarkan Fungsinya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari fungsinya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase *Single Purpose*

Drainase single purpose adalah saluran drainase yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan misalnya air hujan atau air limbah atau lainnya.

2. Drainase *Multi Purpose*

Drainase multi purpose adalah saluran drainase yang berfungsi mengalirkan lebih dari satu air buangan baik secara bercampur maupun bergantian misalnya campuran air hujan dan limbah.

2.2.6 Drainase Berdasarkan Konstruksinya

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari konstruksinya, dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase Saluran Terbuka

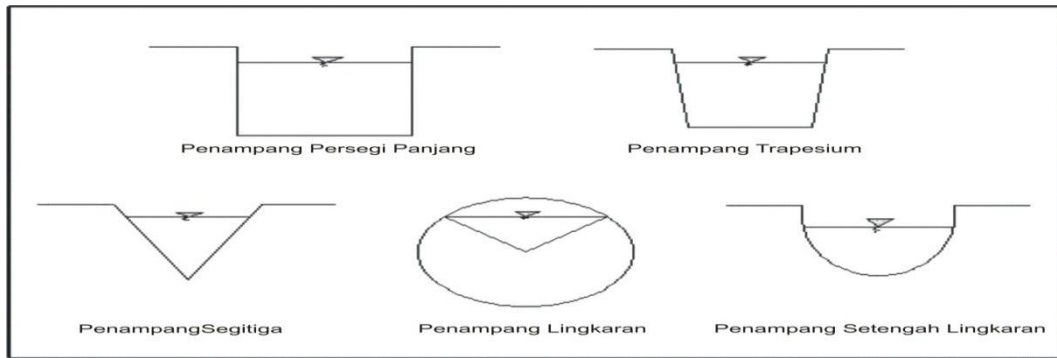
Drainase saluran terbuka adalah sistem saluran yang permukaan airnya terpengaruh dengan udara luar (atmosfir). Drainase saluran terbuka biasanya mempunyai luasan yang cukup dan digunakan untuk mengalirkan air hujan atau air limbah yang tidak membahayakan kesehatan lingkungan dan tidak mengganggu keindahan.

2. Drainase Saluran Tertutup

Drainase saluran tertutup adalah sistem saluran yang permukaan airnya tidak terpengaruh dengan udara luar (atmosfir). Saluran drainase saluran tertutup sering digunakan untuk mengalirkan air limbah atau air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan dan mengganggu keindahan.

2.2.7 Drainase Berdasarkan Penampang Saluran

Bentuk-bentuk untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun bentuk saluran drainase antara lain :



Gambar 2.3 Bentuk Saluran Drainase
 Sumber :Wesli,Drainase Perkotaan 2008

1. Persegi Panjang

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini saluran harus terbentuk dari pasangan batu ataupun coran beton.

2. Trapesium

Pada umumnya saluran terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan dibuat dari pasangan batu dan coran. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi dengan debit yang besar.

3. Segitiga

Bentuk saluran segitiga umumnya diterapkan pada saluran awal yang sangat kecil.

4. Lingkaran

Biasanya digunakan untuk gorong-gorong dimana salurannya tertanam didalam tanah.

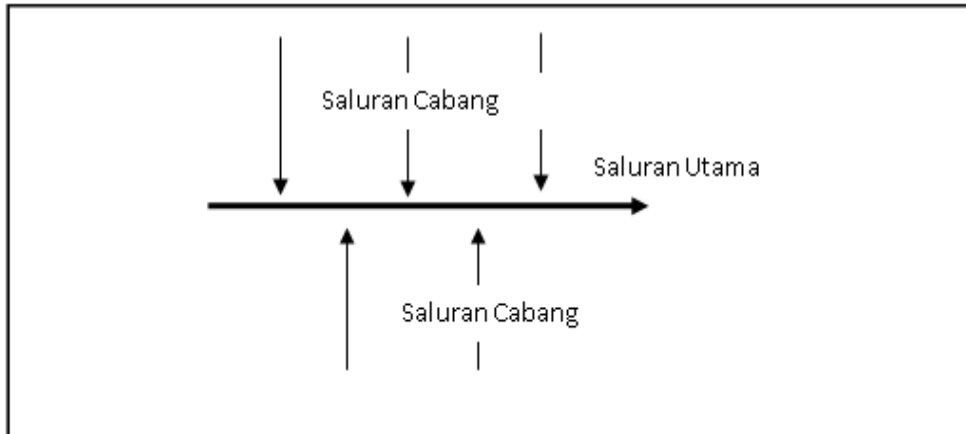
5. Setengah Lingkaran

Umumnya digunakan pada saluran di lingkungan permukiman berupa saluran sekunder dan tersier.

2.3 Pola Jaringan Drainase

2.3.1 Pola Siku

Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada akhir berada di tengah kota.

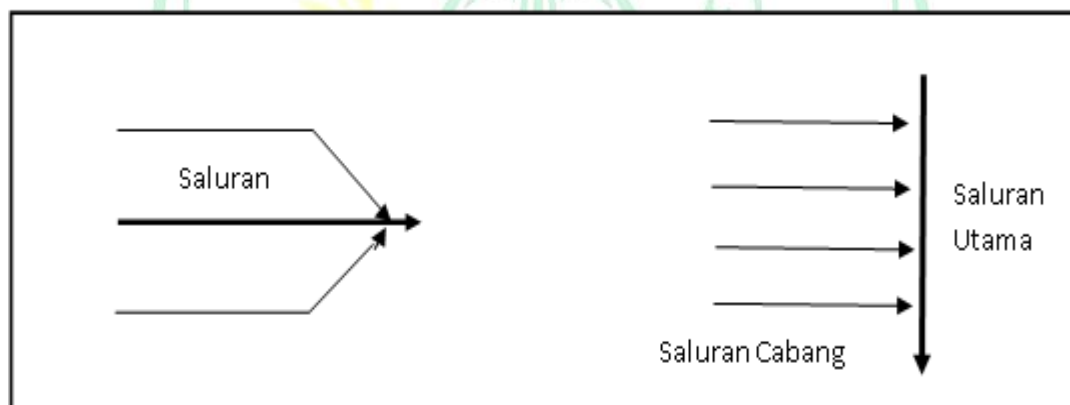


Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Siku

Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.3.2 Paralel

Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.

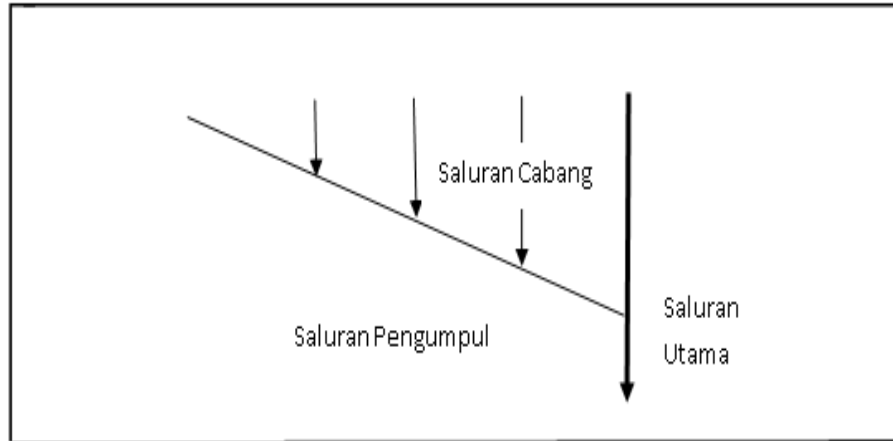


Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Paralel

Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.3.3 Grid Iron

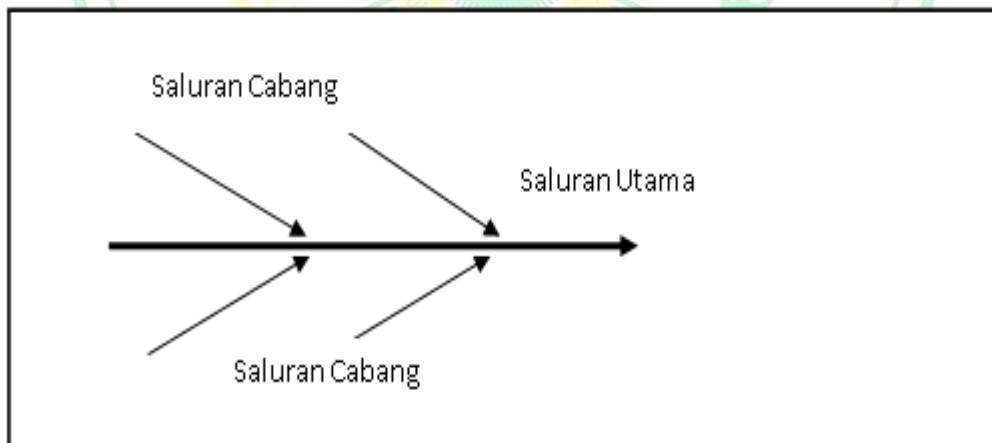
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Grid
Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.3.4 Alamiah

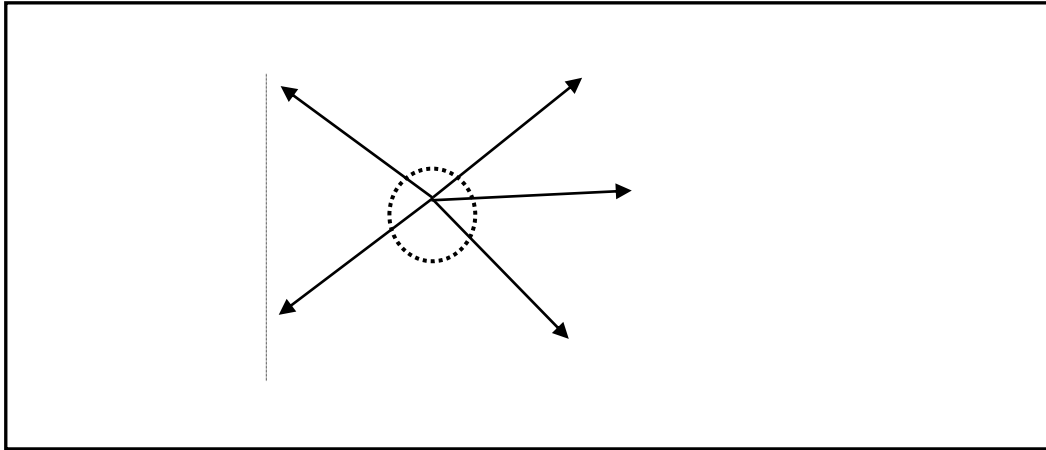
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar.



Gambar 2.7 Pola Jaringan Drainase Alamiah
Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.3.5 Radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah.

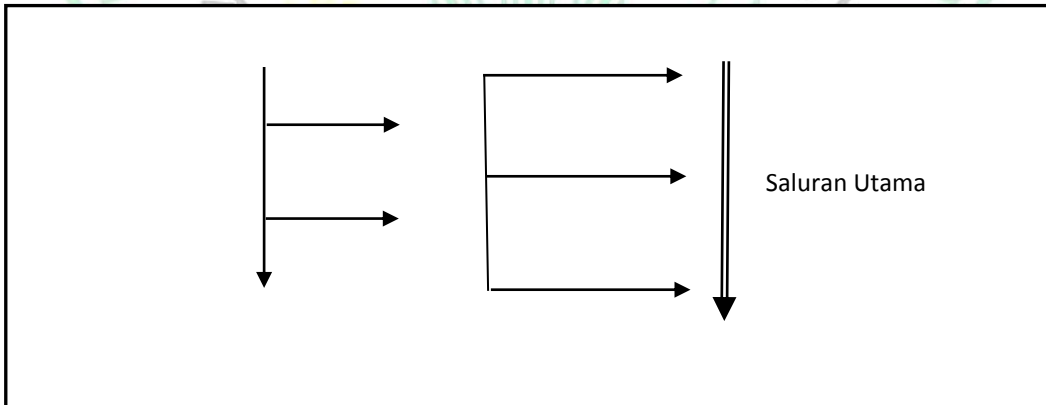


Gambar 2.8 Pola Jaringan Drainase Radial

Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.3.6 Pola Jaringan-jaring (*flow net*)

Drainase bentuk jaring-jaring merupakan drainase yang arahnya mengikuti jalan raya. Umumnya, drainase ini diaplikasikan pada daerah dengan topografi mendatar.



Gambar 2.9 Pola Jaringan Jaringan-jaring (*flow net*)

Sumber : Wesli, Drainase Perkotaan 2008

2.4 Fungsi Saluran Drainase

Dalam sebuah sistem drainase digunakan saluran sebagai sarana pengaliran air yang terdiri dari saluran *interceptor*, saluran kolektor dan saluran konveyor. Masing-masing saluran mempunyai fungsi yang berbeda yaitu:

a. Saluran *Interseptor*

Saluran interseptor adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap

daerah lain dibawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian sejajar dengan kontur atau garis ketinggian topografi. Outlet dari saluran ini biasanya berada pada saluran kolektor atau konveyor atau langsung pada saluran alamiah/sungai.

b. Saluran *Kolektor*

Saluran kolektor berfungsi sebagai pengumpul aliran dari saluran drainase yang lebih kecil, misalnya saluran interseptor. Outlet saluran berada pada saluran konveyor atau langsung ke sungai. Letak saluran kolektor ini dibagian terendah lembah dari suatu daerah sehingga secara efektif dapat berfungsi sebagai pengumpul dari anak cabang saluran yang ada.

c. Saluran *Konveyor*

Saluran konveyor adalah saluran yang berfungsi sebagai saluran pembawa seluruh air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuang, misalnya ke sungai tanpa membahayakan daerah yang dilaluinya. Sebagai contoh saluran/kanal banjir atau saluran *bypass* yang bekerja khusus hanya mengalirkan air secara cepat sampai ke lokasi pembuangan. Letaknya boleh seperti saluran kolektor atau saluran interseptor.

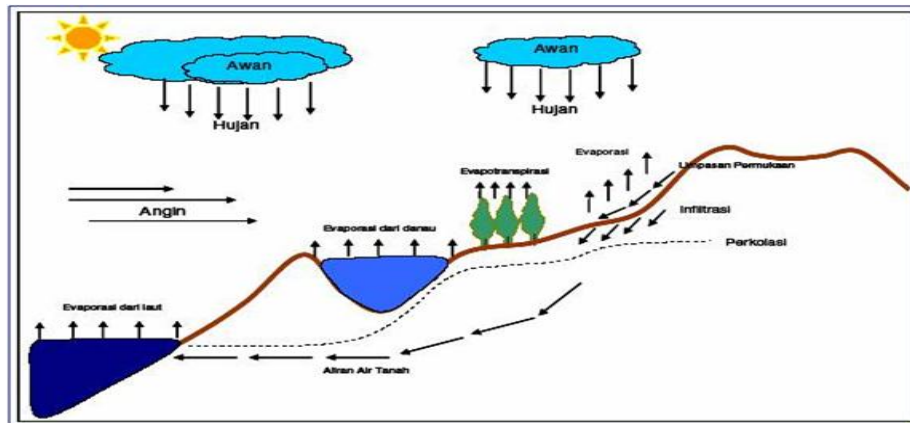
2.5 Daerah Pelayanan dan Daerah Aliran

Daerah pelayanan adalah suatu daerah yang memiliki jaringan drainase mulai dari hulu hingga ke satu muara pembuang tersendiri sehingga jaringan drainasenya terpisah dengan jaringan drainase daerah pelayanan lainnya. Daerah pelayanan dapat terdiri dari satu atau lebih daerah aliran. Daerah aliran adalah daerah yang dibatasi oleh batas-batas topografi sehingga air yang menggenangnya tidak membebani daerah aliran lainnya.

Membagi suatu daerah menjadi beberapa daerah pelayanan mempunyai keuntungan, yaitu luas daerah genangan menjadi lebih kecil sehingga debit rencana yang dialirkan saluran menjadi relative lebih kecil, dan akhirnya dapat memberikan dimensi saluran menjadi relative lebih

ekonomis. Selain itu, dapat menghindari terjadinya kemungkinan letak elevasi permukaan air di saluran berada dibawah elevasi muka air sungai.

2.6 Siklus Hidrologi



Gambar 2.10 Siklus Hidrologi

Sumber : *Google search* (23-06-2022)

<https://adoc.tips/download/bab-ii-tinjauan-pustaka-ke-atmosfer-dan-kemudian-kembali-ke-.html>

Hujan yang jatuh di atas permukaan tanah akan berubah dalam bentuk evapotranspirasi, limpasan permukaan (*surface run off*), infiltrasi, perkolasi, dan aliran air tanah. Untuk di tingkat DAS parameter-parameter ini akhirnya menjadi aliran sungai. Perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang Saluran cabang Saluran utama disebut dengan siklus hidrologi.

Siklus hidrologi adalah suatu rangkaian proses yang terjadi dengan air yang terdiri dari penguapan, presipitasi, infiltrasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Siklus hidrologi diawali dengan proses oleh evaporasi /penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus terproses, sehingga terjadi salju atau hujan yaitu menjadi air dan turun sebagai presipitasi. Sebelum tiba di permukaan bumi presipitasi tersebut sebagian langsung menguap ke udara, sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (*intersepsi*) dan sebagian jatuh ke permukaan tanah.

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai,

pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang Saluran utama disebut dengan siklus hidrologi. Menurut Rurung dkk. (2019) Air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak di atas daratan karena tertiuap angin. Presipitasi yang terjadi oleh tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya untuk mengalir kembali ke laut beberapa di antaranya masuk kedalam tanah (*infiltrasi*) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau juga yang dinamakan permukaan *freatik*.

2.7 Analisis Hidrologi

Secara garis besar analisis hidrologi adalah satu bagian permulaan analisis dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Definisi yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menetapkan berbagai sifat dan besaran hidroliknya. Demikian juga pada dasarnya bangunan- bangunan tersebut harus dirancang berdasarkan suatu standar perancangan yang benar sehingga diharapkan akan dapat menghasilkan rancangan yang memuaskan (Soemarto, 1995).

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisis digunakan curah

hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

Pada perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan tidak tetap (berubah-ubah) maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan berubah-ubah. Dalam hal perencanaan saluran drainase kita harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih atau membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air didalam saluran akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga berakibat saluran yang kita rencanakan tidak ekonomis. Kita harus dapat memperhitungkan besarnya debit didalam saluran drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Didalam memilih debit rencana maka diambil debit banjir maximum pada daerah perencanaan. (Adha, 2019)

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return period*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan :

- 1) Saluran Kuarter : periode ulang 1 tahun
- 2) Saluran Tersier : periode ulang 2 tahun
- 3) Saluran Sekunder : periode ulang 5 tahun
- 4) Saluran Primer : periode ulang 10 tahun.

2.8 Kriteria Perencanaan

2.8.1. Kriteria Hidrologis

A. Hujan dan Limpasan

Hujan dan limpasan merupakan 2 fenomena yang tidak dapat dipisahkan yang saling terkait satu sama lainnya. Fenomena hujan merupakan fenomena alam yang tidak dapat diketahui secara pasti namun dapat dilakukan perkiraan-perkiraan berdasarkan data-data hujan terdahulu.

Pengelompokkan hujan setiap hari (24 jam) yang besarnya tertentu selama bertahun-tahun memperlihatkan bahwa hujan-hujan kecil terjadi lebih sering dari pada hujan-hujan besar. Jumlah air yang dihasilkan akibat hujan tergantung dari intensitas hujan dan lama waktu hujan. Intensitas hujan yang besarnya.

Limpasan permukaan adalah air yang mencapai sungai tanpa mencapai permukaan air tanah yakni curah hujan yang dikurangi sebagian dari infiltrasi, besarnya air yang tertahan dan besarnya genangan.

Limpasan dapat dibagi dalam:

1. Air yang mengalir di atas permukaan tanah
2. Air yang mengalir di bawah permukaan (*Sub Surface*).

B. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya.

Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan dapat juga diartikan sebagai ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan

jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman.

Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Di Indonesia alat ini sangat sedikit dan jarang, yang banyak digunakan adalah pencatat hujan biasa yang mengukur hujan 24 jam atau disebut hujan harian. Apabila yang tersedia hanya data hujan harian maka intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus “*Mononobe*” seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- I : Intensitas Hujan (mm/jam)
- R₂₄ : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- T_c : Waktu konsentrasi (jam)

Karena intensitas hujan tidak dapat kita tentukan atau kita atur karena hujan terjadi secara alamiah namun kita dapat melakukan perkiraan berdasarkan pencatatan data-data hujan sebelumnya maka dalam mendesain bangunan-bangunan air kita dapat memperkirakan hujan rencana berdasarkan periode ulangnya.

Penentuan intensitas curah hujan untuk perencanaan saluran termasuk dalam suatu pemikiran terhadap faktor:

1. Periode ulang hujan rata-rata yang diperoleh
2. Karakteristik intensitas durasi pada frekuensi terpilih
3. Waktu konsentrasi

Untuk keperluan perencanaan digunakan intensitas hujan yang mempunyai durasi sama dengan waktu konsentrasi, pada frekuensi terpilih.

C. Periode Ulang Hujan

Periode ulang hujan (PUH) adalah waktu berulang kembali suatu keadaan sifat-sifat jatuhnya hujan. Setiap periode ulang hujan yang berbeda, air yang dicurahkan hujan akan berbeda pula, makin lama periode ulang hujannya, maka hujan yang dicurahkan akan semakin besar. Melihat dari posisinya dapat dianggap bahwa sistem drainase dapat dibedakan jadi tiga sistem drainase yang terdiri dari saluran tersier, sekunder, dan primer.

Sistem drainase tersier adalah bagian sistem yang terdiri dari *streetgutter*, saluran tepi jalan, parit, dan lain-lain. Debit aliran saluran ini mempunyai PUH 2 atau 5 tahun, yakni tergantung pada tata guna tanahnya. Sistem drainase sekunder terdiri dari saluran dan parit yang meneruskan aliran dari saluran tersier. Saluran tersier dapat mempunyai PUH 5 atau 10 tahun. Aliran saluran alam atau sungai serta saluran buatan yang besar.

Saluran primer ketentuannya akan dibuat untuk meminimalkan kerusakan umum dan untuk mencegah hilangnya kehidupan dari akibat limpasan dari banjir PUH 100 tahun. Pengamanan banjir untuk debit seperti ini akan mengarah kepada dimensi sistem yang sangat besar dan selanjutnya menyebabkan biaya yang tinggi. Umumnya saluran primer didesain untuk mengamankan debit aliran untuk PUH 10 sampai 20 tahun. Besarnya PUH ditentukan berdasarkan besarnya faktor resiko perencanaan yang mampu ditanggung oleh bangunan daerah perencanaan.

Besarnya PUH untuk perencanaan saluran drainase dan perlengkapannya dapat dilihat pada table 2.1.

D. Analisis Curah Hujan Wilayah

Data-data curah hujan yang diperoleh pada suatu lokasi studi kadang kala tidak lengkap, berasal lebih dari satu stasiun pengamat hujan dan bahkan tidak ada sama sekali. Untuk itu perlu dilakukan analisis agar data yang digunakan mewakili karakteristik daerah proyek yang bersangkutan.

1. Uji Konsistensi Data Hujan

Pada dasarnya metoda pengujian tersebut merupakan perbandingan data stasiun yang bersangkutan dengan data stasiun lain di sekitarnya. Hal ini dilakukan dengan asumsi perubahan meteorologi tidak akan menyebabkan perubahan kemiringan garis hubungan antara data stasiun tersebut dengan data stasiun disekitarnya, karena stasiun-stasiun lainnya pun akan ikut terpengaruh kondisi yang sama. Konsistensi data-data hujan bagi masing-masing stasiun dasar (stasiun yang akan digunakan untuk menguji) diuji terlebih dahulu dan yang menunjukkan catatan yang tak konsisten dibuang sebelum dipergunakan. Jika tidak ada stasiun yang bisa dijadikan stasiun dasar, atau tidak terdapat catatan historis mengenai perubahan data, maka analisis awal terhadap data adalah menghapus data-data yang dianggap meragukan. Konsistensi data hujan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Cara Regresi/korelasi
- b. Cara masa ganda

Tabel 2.1 PUH untuk Perencanaan Saluran Drainase Kota dan Bangunan

No	Distribusi	PUH (tahun)
1	Saluran mikro pada daerah : a. Lahan rumah, taman, kebun, kuburan, lahan tak terbangun b. Kesibukan perkantoran c. Perindustrian - Ringan - Menengah	 2 5 5 0

	- Berat	25
	- Super berat / proteksi	50
2	Saluran tersier	
	a. Resiko kecil	2
	b. Resiko besar	5
3	Saluran sekunder	
	a. Tanpa resiko	2
	b. Resiko kecil	5
	c. Resiko besar	10
4	Saluran Primer (induk)	
	a. Tanpa resiko	2
	b. Resiko kecil	10
	c. Resiko besar	25
	Atau	5
	a. Luas DAS (25 – 50) ha	5 – 10
	b. Luas DAS (50 – 100) ha	10 – 25
	c. Luas DAS (100 – 1300) ha	25 – 50
	d. Luas DAS (1300 – 6500) ha	100
5	Pengendali banjir makro	
6	Gorong – gorong	10
	a. Jalan raya biasa	25
	b. Jalan bypass	50
	c. Freeway	
7	Saluran tepian	5 – 10
	a. Jalan raya biasa	10 – 25
	b. Jalan bypass	25 – 50
	c. Freeway	

2. Memperkirakan Data Curah Hujan yang Hilang

Untuk data-data yang hilang atau tidak tercatat, agar terjamin kontinuitas data maka perluditetapkan data curah hujan yang hilang. Data tersebut akan dicari dengan metoda perbandingan normal yang memberi rumus sebagai berikut:

$$P_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{n=1}^n \left(\frac{R_x}{R_i} \cdot r_i \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P_x : Data hujan yang hilang

R_x : Curah hujan tahunan rata – rata pada stasiun dimana data yang hilang dihitung

r_i : Curah hujan harian pada stasiun ke – i pada tahun yang hilang

R_i : Curah hujan tahunan rata – rata pada tahun ke – i

n : Banyaknya stasiun yang datanya tidak hilang pada tahun tersebut.

3. Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Stasiun-stasiun pengamat hujan yang tersebar pada suatu daerah aliran dapat dianggap sebagai titik (*point*). Tujuan mencari hujan rata-rata adalah mengubah hujan titik (*point rain fall*) menjadi hujan wilayah (*regional rain fall*) atau mencari suatu nilai yang dapat mewakili pada suatu daerah aliran, yaitu:

a. Cara Rata-Rata Aljabar

Menurut Bambang Triadmodjo (2008) Cara ini merupakan perhitungan rata-rata hujan secara aljabar biasa, dengan cara menjumlahkan sesuai data yang ada dari sejumlah stasiun hujan untuk waktu tertentu kemudian dibagi dengan jumlah stasiun hujan tadi. Metode rata-rata aljabar diformulasikan di bawah ini.

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N}{N} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

R_i : Besarnya curah hujan (mm)

N : Jumlah pos pengamatan

b. Cara Poligon Thiessen

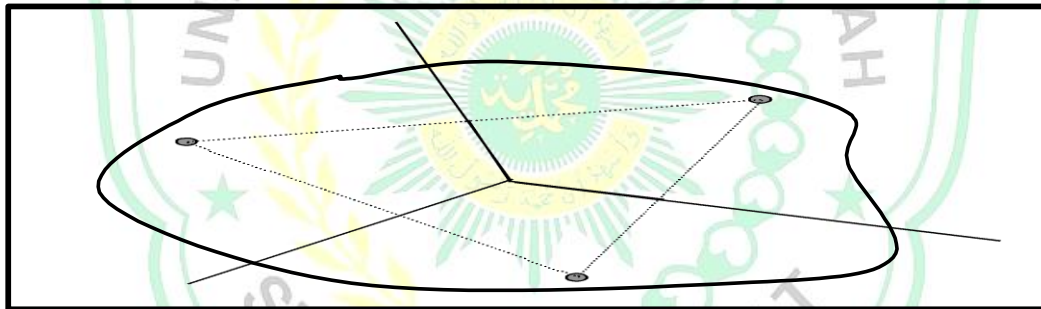
Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap pengamatan.

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_N R_N}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_N} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- A_i : Luas pengaruh dari stasiun i
- R_i : Besarnya curah hujan (mm)

Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti dari cara aljabar. Akan tetapi penentuan titik pengamatan akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat. Gambar berikut akan mendeskripsikan penentuan curah hujan representatif dengan cara poligon thiessen.



Gambar 2.11 Penentuan Curah Hujan Representatif Cara Poligon Thiessen
Sumber :Bambang Triatmodjo,Hidrologi Terapan2008

c. Cara Isohyet

Peta Isohyet (tempat kedudukan yang mempunyai tinggi hujan sama) digambar pada peta tofografi dengan perbedaan 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan yang dimaksud. Luas bagian daerah antara 2 garis isohyet yang berdekatan diukur dengan planimetri. Curah hujan daerah itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_N R_N}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_N} \quad \dots\dots(2.5)$$

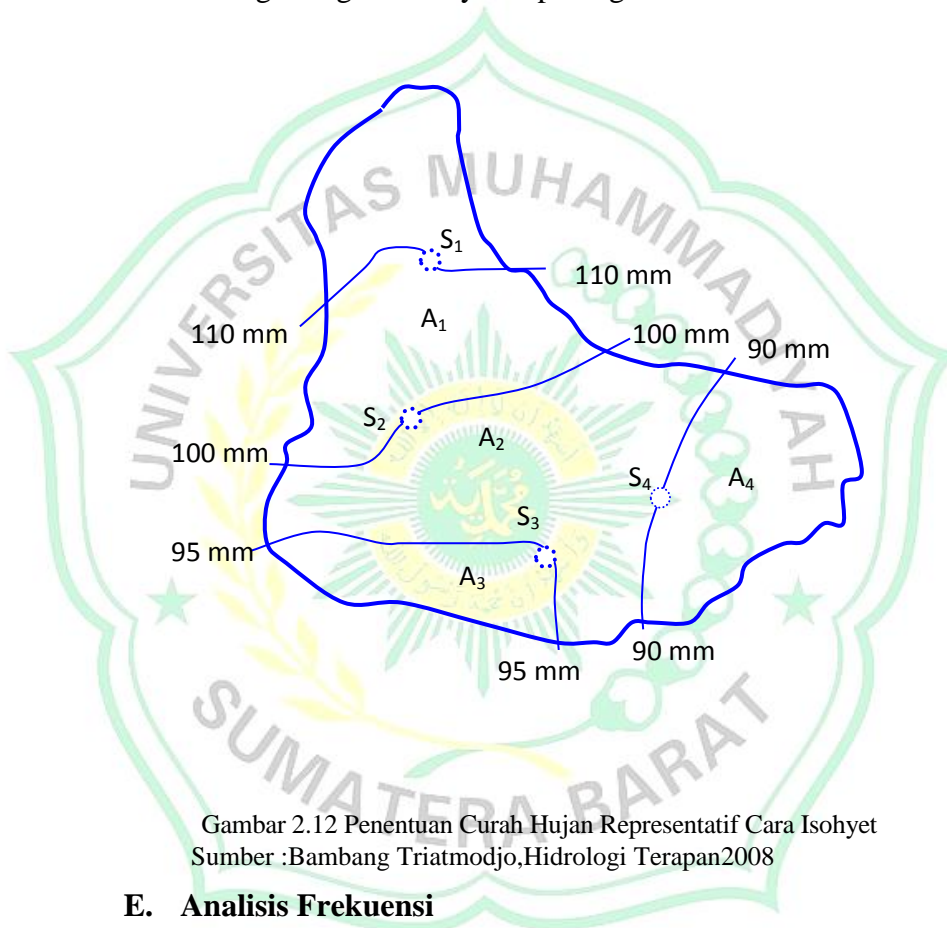
Dimana :

\bar{R} = Curah hujan rata- rata Regional

R_i = Curah hujan rata- rata pada bagian- bagian A_i

A_i = Luas bagian antara garis isohyets

Cara ini adalah cara rasional yang terbaik jika garis- garis isohyet dapat digambar secara teliti.



Gambar 2.12 Penentuan Curah Hujan Representatif Cara Isohyet
Sumber :Bambang Triatmodjo,Hidrologi Terapan2008

E. Analisis Frekuensi

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemiringan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini adalah distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi Normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\bar{X}_T = \bar{X} + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun
- \bar{X} = Nilai rata-rata
- S = Standar Deviasi
- K_T =Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari T(Nilai Variabel Reduksi Gauss)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Faktor frekuensi merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. Nilai faktor frekuensi K_T umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode Ulang T tahun	Peluang	K_T
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,005	0,995	-2,58
3.	1,010	0,990	-2,33
4.	1,050	0,950	-1,64
5.	1,110	0,900	-1,28
6.	1,250	0,800	-0,84

No.	Periode Ulang T tahun	Peluang	K_T
7.	1,330	0,750	-0,67
8.	1,430	0,700	-0,52
9.	1,670	0,600	-0,25
10.	2,000	0,500	0
11.	2,500	0,400	0,25
12.	3,330	0,300	0,52
13.	4,000	0,250	0,67
14.	5,000	0,200	0,84
15.	10,000	0,100	1,28
16.	20,000	0,050	1,64
17.	50,000	0,020	2,05
18.	100,000	0,010	2,33
19.	200,000	0,005	2,58
20.	500,000	0,002	2,88
21.	1000,000	0,001	3,09

(Sumber : Suripin, 2004)

2. Distribusi Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan probabilitas Log Normal, jika data yang digunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut :

$$\overline{\text{Log}X_T} = \text{Log}X + K_T \cdot S \text{Log}X \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

$\text{Log}X_T$ = Nilai Logaritma Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\text{Log} X$ = Nilai rata-rata dari Log X

$S \text{Log} X$ = Standar deviasi dari Log X

K_T = Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari T (Tabel Variabel Reduksi Gaus)

3. Distribusi Gumbel

Jika data hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probailitas Gumbel Dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X}_T = X + S \times K \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

X = Nilai rata-rata

S = Standar deviasi

K = Faktor frekuensi Gumbel

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

S_n

Y_T = *Reduced Variate*

$$Y_T = -\text{Ln} - \left(\frac{\text{Ln} T - 1}{T} \right) \dots \dots \dots (2.10)$$

S_n = *Reduced Standar deviasi*

Y_n = *Reduced Mean*

Tabel 2.3 Hubungan *Reduced Mean* (Y_n)

N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n
10	0.4952	34	0.5296	58	0.5515	82	0.5572
11	0.4996	35	0.5402	59	0.5518	83	0.5574
12	0.5053	36	0.5410	60	0.5521	84	0.5576
13	0.5070	37	0.5418	61	0.5524	85	0.5578
14	0.5100	38	0.5424	62	0.5527	86	0.5580
15	0.5157	39	0.5430	63	0.5530	87	0.5581
16	0.5128	40	0.5436	64	0.5533	88	0.5583
17	0.5181	41	0.5442	65	0.5535	89	0.5585
18	0.5202	42	0.5448	66	0.5538	90	0.5585
19	0.5220	43	0.5453	67	0.5540	91	0.5587
20	0.5236	44	0.5458	68	0.5543	92	0.5591
21	0.5252	45	0.5463	69	0.5545	93	0.5591
22	0.5268	46	0.5468	70	0.5548	94	0.5592
23	0.5283	47	0.5473	71	0.5550	95	0.5593
24	0.5296	48	0.5477	72	0.5552	96	0.5595

N	Yn	N	Yn	N	Yn	N	Yn
25	0.5309	49	0.5481	73	0.5555	97	0.5596
26	0.5320	50	0.5485	74	0.5557	98	0.5598
27	0.5332	51	0.5489	75	0.5559	99	0.5599
28	0.5343	52	0.5493	76	0.5561	100	0.5600
29	0.5353	53	0.5497	77	0.5563		
30	0.5363	54	0.5501	78	0.5565		
31	0.5362	55	0.5504	79	0.5567		
32	0.5371	56	0.5508	80	0.5569		
33	0.5388	57	0.5511	81	0.5570		

Sumber : (Bambang Triatmodjo, 2008)

Hubungan periode ulang untuk t tahun dengan curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Periode ulang untuk t tahun

Kata ulang (tahun)	Faktor reduksi (Yt)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : (Suripin, 2004)

Tabel 2.5 Hubungan Reduced Standard Deviation (Sn)

N	Sn	N	Sn	N	Sn	N	Sn
10	0,9496	34	1,1255	58	1,1721	82	1,1953
11	0,9676	35	1,1286	59	1,1734	83	1,1959
12	0,9833	36	1,1313	60	1,1747	84	1,1967
13	0,9971	37	1,1339	61	1,1759	85	1,1973
14	1,0095	38	1,1363	62	1,177	86	1,87
15	1,0206	39	1,1388	63	1,1782	87	1,1987
16	1,0316	40	1,1413	64	1,1793	88	1,1994
17	1,0411	41	1,1436	65	1,1803	89	1,2001
18	1,0493	42	1,1458	66	1,1814	90	1,2007
19	1,0565	43	1,148	67	1,1824	91	1,2013
20	1,0628	44	1,1499	68	1,1834	92	1,202
21	1,0696	45	1,1519	69	1,1844	93	1,2026

22	1,0754	46	1,1538	70	1,1854	94	1,2032
23	1,0811	47	1,1557	71	1,1854	95	1,2038
24	1,0864	48	1,1574	72	1,1873	96	1,2044
25	1,0915	49	1,159	73	1,1881	97	1,2049
26	1,0861	50	1,1607	74	1,189	98	1,2055
27	1,1004	51	1,1623	75	1,1898	99	1,206
28	1,1047	52	1,1638	76	1,1906	100	1,2065
29	1,0860	53	1,1658	77	1,1915		
30	1,1124	54	1,1667	78	1,1923		
31	1,1159	55	1,1681	79	1,193		
32	1,1193	56	1,1696	80	1,1938		
33	1,1226	57	1,1708	81	1,1945		

Sumber : Bambang Triatmodjo, Hidrologi Terapan 2008

4. Distribusi Log Person Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan probabilitas Log Person Type III dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\overline{\text{Log}X_T} = \text{Log}X + K_T \cdot \text{SLog}X \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

LogXT = Nilai Logaritma Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

Log X = Nilai rata-rata dari Log X

SLogX = Standar deviasi dari Log X

K_T = Variabel standar, besarnya tergantung koefisien kemiringan (Cs atau G).

Tabel 2.6 Koefisien kemecengan (Cs)

Koefisien	PERIODE ULANG (TAHUN)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs	PELUANG (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,516	1,250	2,626	3,304	3,845	4,652	6,600

2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,097	3,705	4,444	6,200
2,0	0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,484	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,168	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	3,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	3,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,806	1,323	1,910	2,311	2,686	3,014	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,490	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	2,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,448	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,880	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625

-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,318	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,197	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,087	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,990	0,990	0,995	1,000
-2,2	0,330	0,751	0,844	0,888	0,905	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,799	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,661	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : (Bambang Triatmodjo, 2008)

F. Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Dalam pengujian distribusi probabilitas ini terdapat 2 metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov-Kolmogorof. Lebih jelasnya akan dibahas selanjutnya:

1. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

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

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of-Ef)}{Ef} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

χ^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = 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 (Dk) dihitung dengan rumus :

$$Dk = k - (p + 1) \dots\dots\dots(2.13)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

Dk = Drajat kebebasan

P = Banyaknya parameter, untuk 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.

$$\chi^2 < \chi^2 \text{ kritis} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

χ^2 = Parameter Chi kuadrat terhitung

χ^2_{cr} = Parameter Chi kuadrat kritis

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Menghitung jumlah kelas
3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}
4. Menghitung kelas distribusi
5. Menghitung interval kelas
6. Perhitungan nilai χ^2
7. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr}

2. Metode Smirnov-Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan menggunakan Smirnov-kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya

2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya.

$$P(X_i) = \frac{i}{n + 1} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

N = Jumlah data

i = Nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya)

3. Tentukan peluan teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (gumbel, normal dan sebagainya)

4. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut:

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \dots\dots\dots(2.17)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P_{kritis}$, jika tidak artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

6. ΔP_{kritis}

G. Pengaliran

Besarnya kapasitas air hujan di atas permukaan tanah kesaluran hujan ditentukan oleh beberapa factor yaitu :

1. Luas permukaan daerah aliran
2. Jenis/karakteristik permukaan tanah
3. Durasi/ intensitas hujan yang terjadi
4. Nilai koefisien pengaliran dan sebagainya

Kapasitas pengaliran tersebut di perkirakan dengan metode rasional dan metode rasional yang dimodifikasi. Untuk luas daerah pengaliran yang lebih kecil dari 13 km² digunakan metode rasional biasa, sedangkan untuk daerah pengaliran yang

lebih besar dari 13 km² digunakan metode rasional yang dimodifikasi dengan perhitungan efek penampungan saluran (*Storage Coefficient*).

Rumus metode rasional yang digunakan untuk luas daerah pengaliran yang lebih kecil dari 13 km² adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.18)$$

- Dimana: Q = Kapasitas pengaliran (m³ / detik)
 C = Koefisien pengaliran
 I = Intensitas hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah aliran (km²)

Untuk luas daerah pengaliran yang lebih besar dari 13 km² digunakan metode rasional yang dimodifikasi sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana : C_s = koefisien penampungan (*storage*)

$$C_s = \frac{2 \cdot T_c}{(2T_c + T_d)}$$

- Dimana : T_c = Waktu konsentrasi (menit)
 T_d = Lamanya pengaliran dalam saluran (menit)

H. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh menuju suatu titik yang ditinjau pada daerah pengaliran (titik pengamatan) atau diperoleh debit maksimum. Waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang di butuhkan oleh air hujan untuk mengalir diatas permukaan tanah ke saluran yang terdekat (T_o), dan waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir didalam saluran (T_d). Jadi waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$T_c = T_o + T_d \dots \dots \dots (2.20)$$

Lamanya waktu melimpah dipermukaan tanah, didekati dengan persamaan:

$$T_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S_o}} \right)^{1/6} \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

- T_o = Waktu limpasan (menit)
- L = Panjang limpasan (m)
- S_o = Kemiringan daerah limpasan (%)
- nd = Nilai kekasaran permukaan tanah

Untuk besarnya *Time Off Flow* (T_d) di hitung berdasarkan karakteristik hidrolis di dalam saluran. Rumus pendekatan untuk menghitung t_d adalah :

$$T_d = \frac{L_d}{V_d \cdot 60} \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

- T_d = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir dalam saluran (menit)
- 60 = Angka konversi, 1 menit = 60 detik
- L_d = Panjang saluran (m)
- V_d = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)

Kecepatan rata-rata dalam saluran, V_d sering dicari dengan cara coba-coba dengan pertama ditentukan sembarang yang dikira-kira mendekati, kemudian dicari T_o .

Rumus Manning di anjurkan untuk di pakai dalam saluran buatan dengan atau tanpa pengerasan (*lining*). Untuk menghitung besarnya T_d pada saluran alami dimana karakteristik hidrolis didalam saluran tidak mudah di tetapkan, maka digunakan kecepatan pendekatan seperti pada tabel berikut

Tabel 2.7 Perkiraan Kecepatan Rata-Rata di dalam Saluran Alami

Kemiringan rata-rata dasar saluran (S) (%)	Kecepatan aliran rata-rata (V) (m³/ detik)
0-1	0.4
1 – 2	0.6
2 – 4	0.9
4 – 6	1.2
6 – 10	1.5
10 – 15	2.4

Sumber : (Wesli, 2008)

I. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara besarnya aliran terhadap besarnya hujan yang menyebabkan limpasan tersebut. Besarnya koefisien pengaliran tersebut dipengaruhi beberapa faktor :

1. Tata guna lahan

Yaitu semakin banyak bangunan di atas tanah asli maka semakin besar air hujan yang melimpah karena sedikit yang berinfiltrasi sehingga koefisien pengaliran (C) semakin besar.

2. Kemiringan tanah

Yaitu semakin besar kemiringan tanah, aliran akan semakin cepat sehingga kesempatan berinfiltrasi lebih sedikit di banding limpasan dan koefisien aliran (C) semakin besar.

3. Struktur tanah

Yaitu berhubungan dengan porositas tanah yang dipengaruhi ukuran butirnya, dimana semakin besar porositas tanahnya maka semakin banyak yang dapat berinfiltrasi sehingga koefisien aliran semakin kecil.

4. Kelembaban tanah

Jika kadar kelembapan lapisan teratas tinggi maka kemampuan berinfiltrasi kecil karena kejenuhan tanah meningkat dan koefisien aliran semakin besar.

Harga C berubah dari waktu ke waktu sesuai dengan perubahan faktor-faktor yang berhubungan dengan aliran permukaan (seperti keadaan di atas). Pada table 2.8 dan 2.9 dapat dilihat besarnya koefisien pengaliran untuk berbagai tata guna lahan. Pada suatu daerah dengan tata lahan yang berbeda-beda, maka koefisien pengaliran ditetapkan dengan mengambil rata-rata berdasarkan bobot luas.

$$C_r = \frac{\sum (C_i \times A_i)}{\sum A_i} \dots\dots\dots(2.23)$$

Dimana : C_r = Harga rata-rata koefisien pengaliran

C_i = Harga koefisien pengaliran pada masing daerah

A_i = Luas masing-masing daerah (ha)

Tabel 2.8 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Tata Guna Lahan

No	Untuk daerah / permukaan	C
1	Perdagangan	
	- Pusat kota, terbangun penuh pertokoan - Sekeliling kota	0,70-0,95 0,50-0,70
2	Pemukiman	
	- Keluarga tunggal	0,30-0,50
	- Keluarga ganda (tidak kopel) / aneka ragam	0,40-0,60
	- Keluarga ganda (kopel) / aneka ragam	0,60-0,75
	- Pinggiran kota (suburban)	0,25-0,40
	- Apartemen (rumah susun)	0,50-0,70
	- Perumahan, dengan kerapatan bangunan atau rumah / ha	0,45-0,55
	10 rumah / ha	0,50-0,65
	15 rumah / ha	0,60-0,70
	20 rumah / ha	0,65-0,75
25 rumah / ha	0,75-0,85	

No	Untuk daerah / permukaan	C
3	Industri	
	- Ringan	0,50-0,80
	- Berat	0,60-0,90
4	Taman,kuburan,hutan lindung	0,10-0,30
5	Lapangan bermain	0,20-0,35
6	Pekarangan rel kereta api	0,20-0,40
7	Daerah tak terbangun / terbengkalai	0,10-0,30
8	Jalan	
	- aspal	0,70-0,95
	- beton	0,80-0,95
	- bata	0,70-0,85
9	Halaman parkir dan pejalan kaki / trotoir	0,75-0,85
10	Atap	0,75-0,95
11	Pekarangan dengan tanah pasiran	
	- datar 2 %	0,05-0,10
	- rerata (2-7)%	0,10-0,15
	- terjal 7 %	0,15-0,20
12	Pekarangan dengan tanah keras	
	- datar 2 %	0,13-0,17
	- rerata (2-7)%	0,18-0,22
	- terjal 7 %	0,25-0,35
13	Tanah gundul	0,70-0,80
14	Lahan galian pasir	0,05-0,15

Sumber : (Wesli, 2008)

Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran berdasarkan Kondisi Permukaan Tanah

No	Untuk daerah / permukaan	C
1	Jalur Lalu Lintas	
	- Jalan Aspal	0,70-0,95
	- Jalan Kerikil	0,50-0,70
2	Bahu Jalan dan Lereng	
	- Tanah Berbutir Halus	0,40-0,65
	- Tanah Berbutir Kasar	0,10-0,30
	- Lapisan Batyan Keras	0,70-0,85
	- Lapisan Batuan Lunak	0,50-0,75

No	Untuk daerah / permukaan	C
3	Tanah Pasir Tertutup Rumput	
	- Kelandaian 0 – 2 %	0,05-0,10
	- Kelandaian 2 – 7 %	0,10-0,15
	- Kelandaian > 7 %	0,15-0,20
4	Tanah Kohesif Tertutup Rumput	
	- Kelandaian 0 – 2 %	0,13-0,17
	- Kelandaian 2 – 7 %	0,18-0,22
	- Kelandaian > 7 %	0,23-0,35
5	Atap	0,75-0,95
	Tanah Lapangan	0,20-0,40
	Taman dipenuhi rumput dan pepohonan	0,10-0,25
	Daerah Pegunungan Datar	0,30
	Daerah Pegunungan Curam	0,50
6	Sawah	0,70-0,80
	Ladang	0,10-0,30

Sumber : (Wesli, 2008)

1. Koefisien Storasi (Cs)

Koefisien storasi ditandai dengan adanya kenaikan kedalaman air dalam saluran. Debit aktual yang akan ditumpahkan saluran adalah debit total ($Q = f \cdot C.A.I$) dikurangi dengan masa air yang masih berada dalam saluran.

Harga C dapat dihitung dengan persamaan :

$$C_s = \frac{2.T_c}{(2T_c + T_d)} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

T_c = Waktu konsentrasi (menit)

T_d = Lamanya pengaliran dalam saluran (menit)

2. Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran harus diperhitungkan secara teliti karena merupakan salah satu elemen dalam perhitungan besarnya limpasan. Informasi luas daerah pengaliran meliputi :

1. Tata guna tanah pada masa kini dan pengembangan pada masa datang.
2. Karakteristik tanah dan bangunan di atasnya.
3. Kemiringan tanah dan bentuk daerah pengaliran.

2.8.2. Kriteria Hidrolika

A. Kapasitas Saluran

Debit pada suatu penampang saluran untuk sembarang aliran dapat dinyatakan sebagai hasil perkiraan kecepatan rata-rata dan luas penampang melintang tegak lurus arah aliran (luas basah). Oleh karena itu untuk menghitung kapasitas saluran digunakan persamaan kontinuitas :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m³/dt)

V = Kecepatan aliran rata-rata dari Manning (m/dt)

A = Luas penampang basah

Sedangkan untuk menghitung kecepatan aliran digunakan persamaan Manning yaitu :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

n = Kekerasan *Manning*

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan memanjang saluran

P = Jari-jari hidrolis

A = Luas tampang aliran

Harga n Manning tergantung hanya pada kekasaran sisi dan dasar saluran, harga n tertulis disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2.10 Koefisien Manning Untuk Berbagai Keadaan Saluran

No	Keadaan Saluran	N
1	Saluran dilapisi lempeng beton yang permukaannya sangat halus. Dasar diperkeras dengan semen	0,013
2	Saluran beton dengan dipoles sedikit	0,015
3	Saluran beton dipoles	0,017
4	Saluran beton tanpa penghalusan	0,017
5	Dasar tanah dengan tebing dari batu pecah	0,03
6	Dasar beton dipoles sedikit, dengan tebing dari adukan batu, semen, dipleser	0,02
7	Dasar beton dipoles sedikit dari tebing adukan batu dan semen	0,025
8	Saluran tanah hasil galian dengan endapan pasir dan rerumputan	0,028
9	Saluran dengan dasar batu kerikil	0,03
10	Saluran dilapisi dengan pasangan batu disemen	0,025
11	Saluran dilapisi dengan pasangan batu kosong	0,032

Sumber : (Wesli, 2008)

B. Kecepatan Aliran

Penentuan kecepatan aliran air dalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan maksimum yang diperbolehkan, agar tetap *selfdeansing* dan kecepatan maksimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Besarnya kecepatan aliran dalam saluran tergantung pada bahan saluran yang digunakan, kondisi fisik dan sifat-sifat hidrolis.

Kecepatan minimum yang diijinkan atau kecepatan tanpa pengendapan (*non-slitting velocity*) merupakan kecepatan terendah yang tidak menimbulkan sedimentasi dan mendorong pertumbuhan tanaman air dan ganggang. Kecepatan ini sangat tidak menentu dan nilainya yang tepat tidak dapat ditentukan dengan mudah. Bagi air yang tidak mengandung lanau (*silt*), hal ini tidak membawa pengaruh besar kecuali terhadap pertumbuhan tanaman.

Kecepatan maksimum yang diijinkan atau kecepatan tahan erosi (*non-erodible velocity*) adalah kecepatan rata-rata terbesar yang tidak akan menimbulkan erosi pada badan saluran sesuai dengan bentuk dan tipenya saluran yang direncanakan untuk kota, maka batasan kecepatan aliran di dalam saluran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.11 Tipe Saluran dan Kecepatan Aliran

Tipe Saluran	Variasi Kecepatan (m/dtk)
Bentuk bulat dengan dilapisi beton	0,75 – 3,00
Bentuk persegi, pasangan batu kali	1,00 – \geq 3,00
Bentuk trapesium tanpa pengerasan	0,60 – 1,50

Sumber : (Wesli, 2008)

Harga kecepatan untuk kedalaman air lebih besar dari 1 meter besar kecepatan dapat diperbesar dengan faktor koreksi, sedangkan bila terjadi belokan harus diperkecil. Untuk kedalaman yang lebih kecil dari 1 meter kecepatan harus diperkecil.

Tabel 2.12 Faktor Koreksi dari Kecepatan Maksimum yang Diperbolehkan untuk Berbagai Kedalaman Air

Kedalaman (m)	Faktor Koreksi
0,30	0,80
0,50	0,90
0,75	0,95
1,00	1,00
1,50	1,10
2,00	1,15
2,50	1,20
3,00	1,25

Sumber : (Wesli, 2008)

Tabel 2.13 Faktor Koreksi untuk Kecepatan Maksimum yang Diijinkan pada Saluran Lengkungan / Belokan

No	Saluran	Faktor Koreksi
1	Lurus	1,00
2	Sedikit bebrbelok $\alpha < 22,5^\circ$	0,95
3	Berbelok sedang $22,5^\circ < \alpha < 35^\circ$	0,87
	Berbelok besar $35^\circ < \alpha < 60^\circ$	0,78
4	Berbelok besar sekali $60^\circ < \alpha < 80^\circ$	0,68
5	Berbelok hamper siku $80^\circ < \alpha < 90^\circ$	0,57

Sumber : (Wesli, 2008)

C. Kemiringan Saluran dan Talud Saluran

Kemiringan saluran yang dimaksud adalah kemiringan dasar saluran, sedangkan talud saluran adalah kemiringan dinding saluran. Kemiringan memanjang dasar saluran biasanya diatur oleh keadaan topografi dan tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air. Dalam berbagai hal, kemiringan ini dapat pula tergantung pada kegunaan saluran misalnya saluran yang digunakan sebagai pembagi air dalam irigasi, persediaan air minum dan proyek pembangkit dengan tenaga air, dan lain-lain.

Saluran direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan pengaliran secara gravitasi dengan batas kecepatan maksimum dan minimum yang diijinkan. Besarnya kemiringan saluran dapat juga diperkirakan dengan rumus Manning sehingga:

$$S = \left(\frac{nV}{R} \right)^2 \dots\dots\dots(2.28)$$

Dimana:

- S = Kemiringan saluran
- V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/dtk)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- n = Koefisien Manning

Besarnya kemiringan yang dianjurkan sesuai dengan bahan saluran. Hal ini dapat dilihat dari tabel:

Tabel 2.14 Kemiringan Dinding Saluran yang Dianjurkan sesuai dengan Bahan yang Digunakan

No	Bahan Saluran	Kemiringan
1	Batu	Mendekati vertical
2	Tanah Lumpur dan rumput	0,25 – 1,00
3	Lempung keras / tanah dengan lapisan beton	0,50 : 1,00 – 1,00 : 1,00
4	Tanah dengan pasangan batu atau tanah untuk Saluran besar	1,00 : 1,00
5	Lempung kaku atau tanah untuk saluran kecil	1,50 : 1,00
6	Tanah berpasir lepas	2,00: 1,00
7	Lempung berpasir atau lempung berpori (porous)	3,00: 1,00

Sumber : (Wesli, 2008)

D. Ambang Bebas (*Free Board*)

Ambang bebas pada saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana. Jarak ini harus cukup untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air melimpah ke tepi.

Besarnya ambang bebas yang umumnya yang dipakai pada perencanaan sebesar 5 % - 30 % dari kedalaman saluran. Ambang bebas untuk saluran tanpa pelapisan biasanya dibuat dengan pertimbangan ukuran dan lokasi, aliran air masuk, sifat-sifat tanah, *gradient* per lokasi dan pemanfaatan jalan.

US Bureau of Reclamation menyarankan suatu taksiran awal bagi ambang bebas yang diperlukan pada keadaan biasa dapat dilakukan dengan pendekatan persamaan :

$$F = (C \times Y)^{0,5} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana :

F = Tinggi ambang bebas (m)

C = Koefisien untuk :

$Q < 0,6 \text{ m}^3/\text{dtk}$ $C = 0,17$

$0,6 \leq Q \leq 8 \text{ m}^3/\text{dtk}$ $0,17 < C < 0,23$

$Q > 8 \text{ m}^3/\text{dtk}$ $C = 0,24$

Y = Kedalaman air dalam keadaan normal (m)

E. Saluran Drainase

Pada saluran drainase perkotaan secara umum dikenal ada dua jenis konstruksi saluran yaitu:

1. Saluran tanah tanpa lapisan.
2. Saluran dengan lapisan, seperti pasangan batu, beton, kayu dan baja.

Saluran tanah memiliki kapasitas maksimum yang dibatasi oleh kemampuan jenis tanah setempat terhadap bahayanya erosi akibat aliran terlalu cepat. Hal tersebut menjadi salah satu alasan mengapa diperlukannya saluran dengan lapisan lebih mahal.

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya umumnya dipakai saluran dengan lapisan. Selain alasan seperti dikemukakan di atas, estetika dan kestabilan terhadap gangguan dari luar seperti lalu lintas merupakan alasan lain yang menuntut saluran drainase perkotaan dan jalan raya dibuat dari saluran drainase perkotaan dan jalan raya dibuat saluran dengan lapisan. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau saluran yang diberi tutup dengan lubang-lubang kontrol di tempat-tempat tertentu. Saluran yang diberi tutup ini bertujuan supaya saluran

memberikan pandangan yang lebih baik atau ruang gerak bagi kepentingan lain di atasnya.

Bentuk saluran yang dapat direncanakan untuk dipergunakan pada umumnya adalah penampang bulat, persegi empat dan trapesium. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan bentuk saluran ini, meliputi:

- a. Tata guna lahan daerah perencanaan yang akan berpengaruh terhadap ketersediaan lahan dan kepadatan lalu lintas.
- b. Kemampuan pengaliran dengan pertimbangan bahan saluran yang dipergunakan.
- c. Kemudahan pembuatan dan pemeliharaan.

Dalam perencanaan dan pelaksanaan pembuatan saluran drainase, kriteria teknis saluran drainase untuk air hujan dan limbah perlu diperhatikan agar saluran drainase tersebut dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Kriteria teknis saluran drainase tersebut sebagai berikut:

- a. Kriteria Teknis saluran drainase air hujan
 - 1) Muka air rencana lebih rendah dari muka tanah yang akan dilayani
 - 2) Aliran berlangsung cepat, namun tidak menimbulkan erosi
 - 3) Kapasitas saluran membesar searah aliran
- b. Kriteria Teknis saluran drainase air limbah
 - 1) Muka air rencana lebih rendah dari muka tanah yang akan dilayani
 - 2) Tidak mencemari kualitas air sepanjang lintasannya
 - 3) Tidak mudah dicapai oleh binatang yang dapat menyebarkan penyakit
 - 4) Ada proses pengenceran atau pengontrolan sehingga kotoran yang dapat terangkut secara cepat sampai ke tempat pembuangan akhir
 - 5) Tidak menyebarkan bau atau mengganggu estetika

Mengingat bahwa tersedianya lahan merupakan hal yang perlu dipertimbangkan, maka penampang saluran drainase perkotaan dan jalan raya dianjurkan mengikuti penampang hidrolis terbaik, yaitu suatu penampang yang memiliki luas terkecil untuk suatu debit tertentu atau memiliki keliling basah terkecil dengan hantaran maksimum. Unsur-unsur geometris penampang hidrolis terbaik diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 2.15 Besaran–Besaran Penampang Hidrolis Optimum

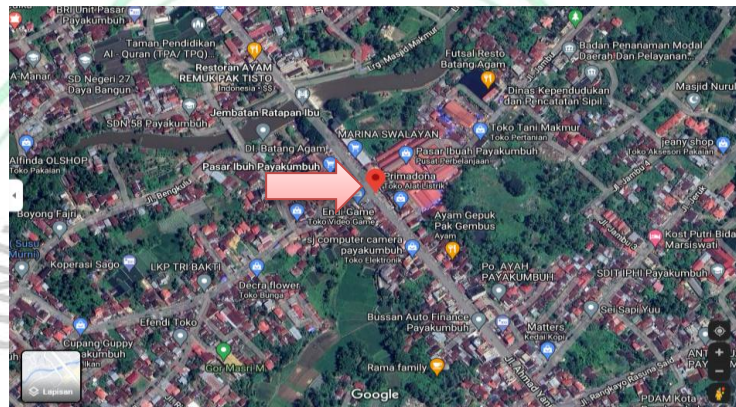
No	Penampang	Luas (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Lebar Puncak (T)	Kedalaman Hidrolis (d)
1	Trapesium setengah heksagon	$y^2\sqrt{3}$	$2y\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{4}{3}y\sqrt{3}$	$\frac{3}{4}y$
2	Empat persegi panjang, setengah bujur sangkar	$2y^2$	$4y$	$\frac{1}{2}y$	$2y$	y
3	Segitiga, setengah bujur sangkar	y^2	$2y\sqrt{2}$	$\frac{1}{4}y\sqrt{3}$	$2y$	$\frac{1}{2}y$
4	Setengah lingkaran	$\frac{1}{2}\pi y^2$	πy	$\frac{1}{2}y$	$2y$	$\frac{1}{4}\pi y$

Sumber : (Wesli, 2008)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah objek penelitian dimana kegiatan penelitian dilakukan. Penentuan lokasi penelitian dimaksud untuk mempermudah atau memperjelas lokasi yang menjadi sasaran dalam penelitian. Adapun lokasi sebagai objek penelitian adalah pekerjaan drainase Jalan A. Yani Kota Payakumbuh.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : *Google map* (23-06-2022)

<https://www.google.co.id/intl/id/about/products?tab=lh>

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah analisa kualitatif. Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang digunakan untuk menyelidiki, menemukan, menggambarkan, dan menjelaskan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial yang tidak dapat dijelaskan, diukur atau digambarkan melalui pendekatan kuantitatif (Saryono, 2010).

Sedangkan menurut Sulistyو (2006), Penelitian kualitatif berhubungan dengan ide, persepsi, pendapat, atau kepercayaan orang yang diteliti, kesemuanya tidak dapat diukur dengan angka. Supaya keabsahan data penelitian bisa berkualitas dan dapat dibuktikan, maka

sumber data yang dikumpulkan berasal dari data primer dan data sekunder.

3.2.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan melakukan observasi ke tempat penelitian. Pada penelitian ini observasi dilakukan di Jalan A. Yani Kota Payakumbuh.

Tahap persiapan yang dimaksudkan adalah survey lokasi yang merupakan langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan gambaran sementara tentang lokasi penelitian, pengumpulan literatur-literatur dan referensi yang menjadi landasan teori, serta pelaksanaan pembuatan proposal pelaksanaan. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang mendukung dalam penelitian ini, yaitu :

1. Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan, data tersebut antara lain adalah :

- a. Mengadakan peninjauan atau *investigasi survei* lapangan untuk memperhatikan kondisi sistem drainase yang telah ada di daerah penelitian.
- b. Mengetahui kondisi badan air penerima seperti pada aliran sungai.

2. Pengumpulan Data Sekunder

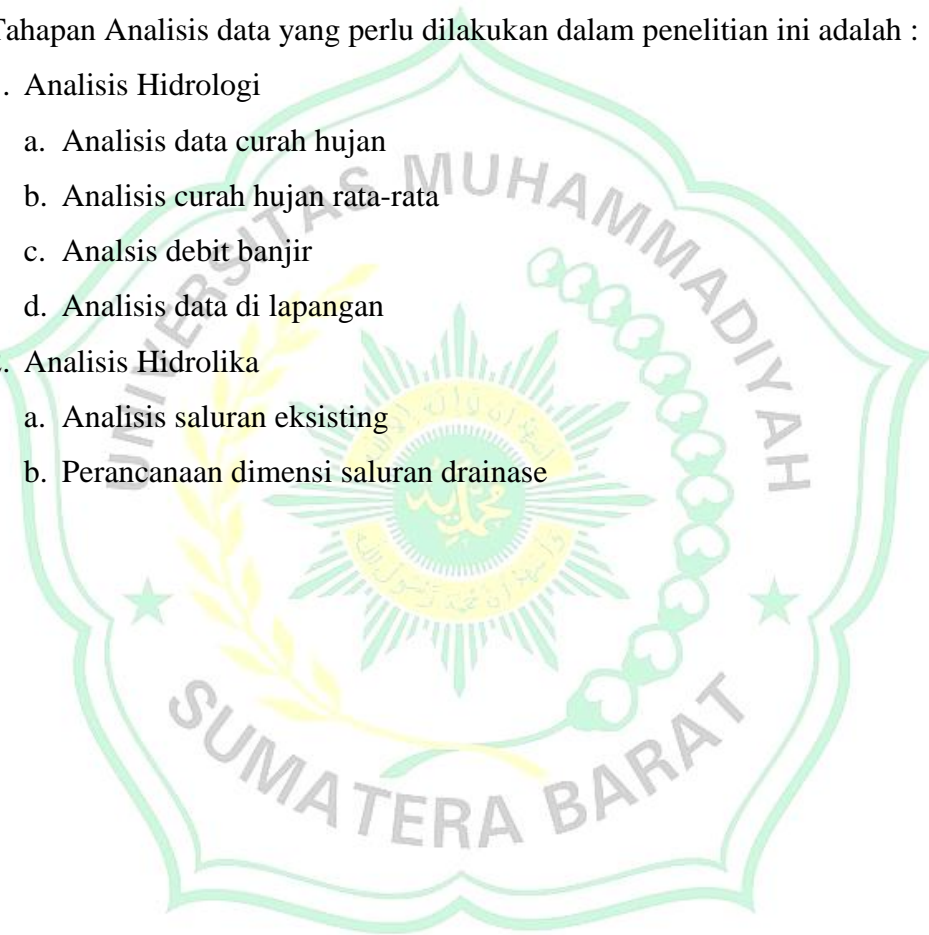
Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi setempat dan jaringan internet yang berkenaan langsung dengan skripsi seperti :

- a. Data iklim dan hidrologi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika atau Bidang Pengairan Dinas PUPR Kota Payakumbuh.
- b. Citra satelit yang memvisualisasikan daerah penelitian.
- c. Data penunjang lainnya seperti jaringan jalan dari Bidang Bina Marga Dinas PUPR Kota Payakumbuh.

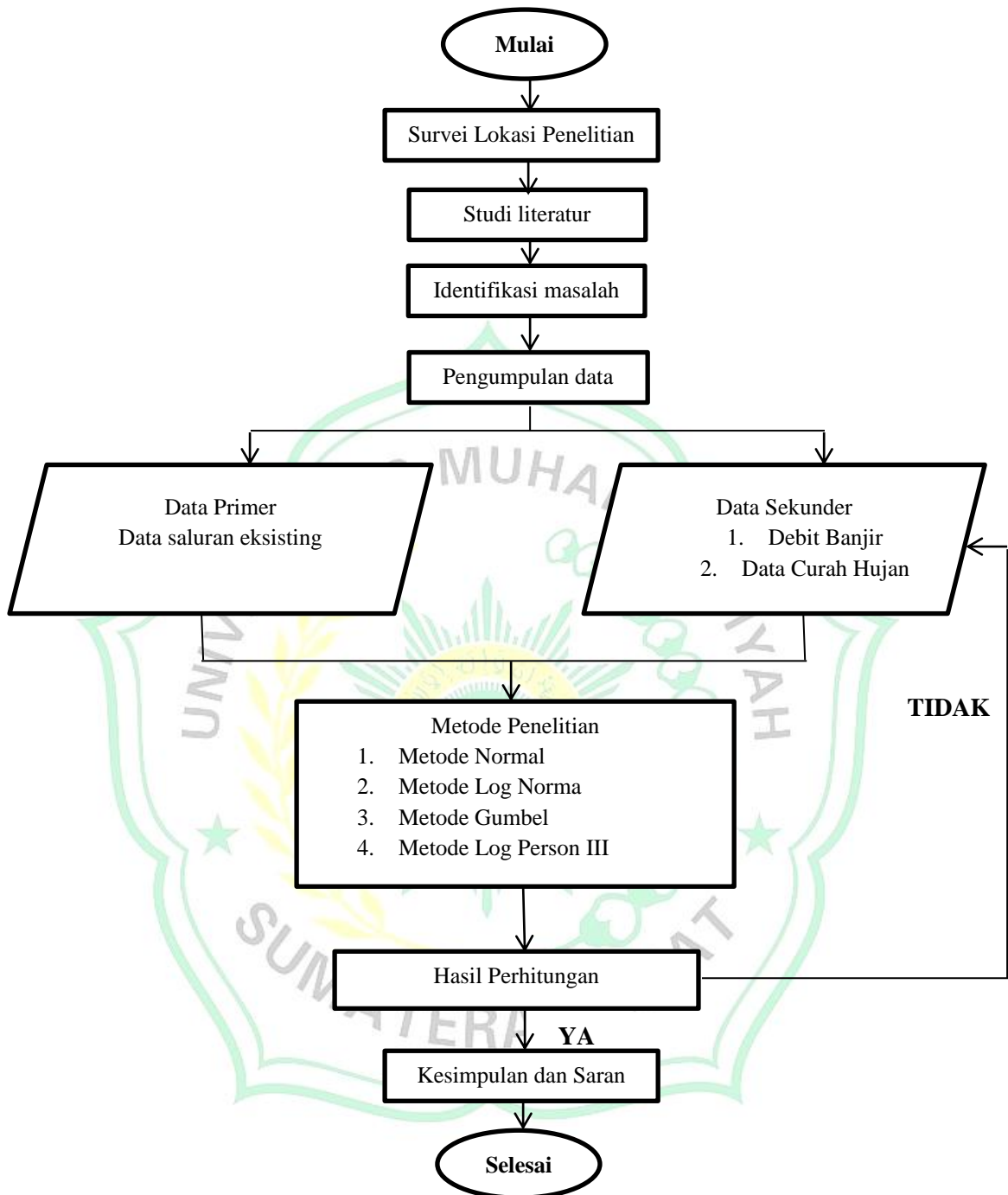
3.3 Metode Analisis Data

Tahapan Analisis data yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Analisis Hidrologi
 - a. Analisis data curah hujan
 - b. Analisis curah hujan rata-rata
 - c. Analisis debit banjir
 - d. Analisis data di lapangan
2. Analisis Hidrolika
 - a. Analisis saluran eksisting
 - b. Perencanaan dimensi saluran drainase



3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hidrologi

4.1.1 Analisis Curah Hujan

A. Penentuan Hujan Kawasan

Tujuan analisis curah hujan kawasan adalah untuk melihat pengaruh lokasi stasiun curah hujan terhadap lokasi bangunan yang direncanakan.

1. Metode Rerata Aritmatik (Aljabar)

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Berikut adalah data curah hujan untuk penentuan hujan kawasan dari beberapa stasiun yang ada di sekitar wilayah penelitian:

Tabel 4.1 Data Stasiun Curah Hujan Bulanan Stasiun Canduang

Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Curah Hujan rata-rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des	
2011	10.88	12.4	18.9	32.45	8.75	9.51	4.78	11.68	11.22	13.02	17.17	14.32	32.45
2012	10.78	18	22.19	23.98	13	11.2	14.23	11.54	13.89	8.84	16.79	9.3	23.98
2013	14.43	10.34	8.43	18.83	11.59	11.73	0	13.37	18.68	8.1	20.11	20.22	20.22
2014	15.45	21.09	24.45	10.88	10.1	12.27	10.76	18.18	11.8	19.64	15.57	16.36	24.45
2015	1	6	8	4	6	1	5	0	2	6	2	8	8
2016	4	2.2	4.6	4.1	2.1	4.3	4.6	7.4	8.7	3.6	12.7	2.1	12.7
2017	5	2.9	7.3	10.6	7	2.4	1.9	2.1	2.2	6.1	10.9	7.2	10.9
2018	11.9	2.6	3.7	5.5	1.1	1.5	2.6	1.3	2.5	2	7.8	4.6	11.9
2019	21	50	40	41	30	31	20	31	21	41	51	31	51
2020	30	50	41	101	20	40	91	41	70	10	30	20	101
Jumlah	124.44	175.53	178.57	252.34	109.64	124.91	154.87	137.57	161.99	118.3	184.04	133.1	
Rata-rata	12.444	17.553	17.857	25.234	10.964	12.491	15.487	13.757	16.199	11.83	18.404	13.31	

Sumber : BPSDA Wilayah Bukittinggi

Tabel 4.2 Data Stasiun Curah Hujan Bulanan Stasiun Tanjung Pati

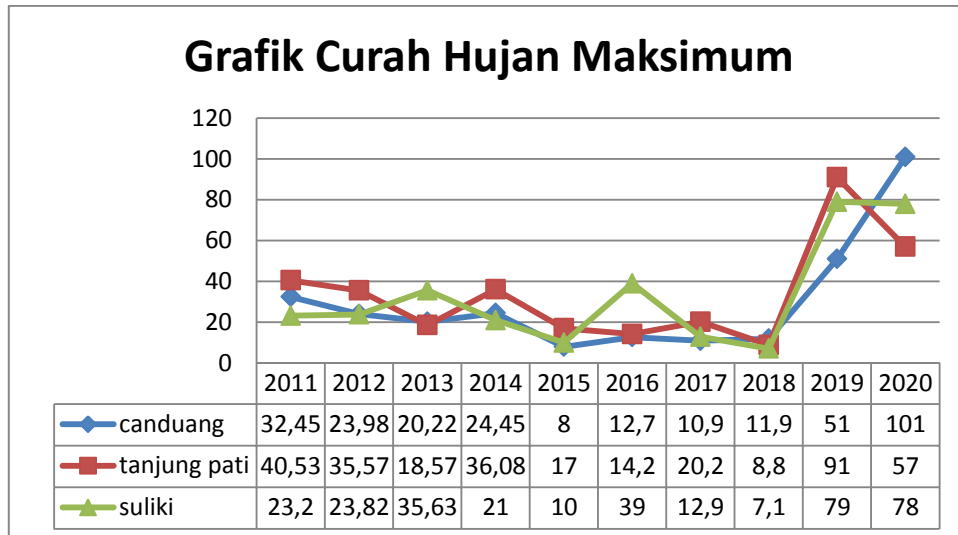
Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Curah Hujan Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des	
2011	8.73	17	8.2	12.31	15	13.33	7.6	12.22	8.04	17.61	40.53	25.57	40.53
2012	35.57	18.94	11.55	22.38	11.5	10.56	12.5	7.27	22.07	8.6	10.48	10.64	35.57
2013	11.5	12.92	9.13	13.89	14.9	11.69	4.42	13.5	16.68	17.56	14.92	18.57	18.57
2014	11.2	15.84	23.33	20.31	18.55	17.87	24.3	13.91	24.67	21.5	36.08	19.33	36.08
2015	3	11	11	5	5	4	3	5	6	17	11	12	17
2016	3	0.6	3	8.8	8.5	2.4	1.8	7.4	9	4.5	14.2	6.4	14.2
2017	6.5	4.5	7.3	11.2	4.4	6.4	0.6	5.3	4.7	1.6	20.2	9.3	20.2
2018	3.5	2.3	6.3	8.8	1.6	1.6	0.4	1.9	1.1	0.8	7.3	2.3	8.8
2019	20	40	80	54	22	31	28	54	81	44	62	91	91
2020	51	45	56	43	48	32	57	21	41	42	26	10	57
Jumlah	154	168.1	215.81	199.69	149.45	130.85	139.62	141.5	214.26	175.17	242.71	205.11	
Rata-rata	15.4	11.54286	21.581	19.969	14.945	13.085	13.962	14.15	21.426	17.517	24.271	20.511	

Sumber : BPSDA Wilayah Bukittinggi

Tabel 4.3 Data Stasiun Curah Hujan Bulanan Stasiun Suliki

Tahun	Jumlah Curah Hujan Bulanan (mm)												Curah Hujan Max
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nop	Des	
2011	11.25	11.25	18.89	23.2	9.5	13.18	11	16	8.33	15.13	20.65	17.84	23.2
2012	14.2	13	17.69	23.82	9.64	13.58	12.91	12.83	12.92	0	0	0	23.82
2013	10.17	12.09	15.42	30.05	35.63	10.57	10	15.5	10.06	16.42	13.11	23.47	35.63
2014	21	19.31	15.5	19.7	15.57	7.1	9	14.92	10.06	14.77	16.7	12.84	21
2015	1	5	8	6	4	1	4	4	5	7	10	5	10
2016	2.6	0	2.9	11.1	8.8	1.1	1.5	7.9	39	4.5	10.3	4.2	39
2017	3.3	4.1	5.1	7.9	7.1	3.8	0.8	0.5	0.9	3.3	12.9	8.5	12.9
2018	7.1	3.04	4.6	6.57	5.2	0.8	1.13	0.84	3.33	1.1	4.43	4.3	7.1
2019	13	39	39	17	32	66	39	30	19	32	79	56	79
2020	45	34	78	39	28	12	27	12	42	16	68	24	78
Jumlah	128.62	140.79	205.1	184.34	155.44	129.13	116.34	114.49	150.6	110.22	235.09	156.15	
Rata-rata	12.862	14.079	20.51	18.434	15.544	12.913	11.634	11.449	15.06	11.022	23.509	15.615	

Sumber : BPSDA Wilayah Bukittinggi



Gambar 4.1 Grafik Curah Hujan Maksimum

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Rata-rata

No	Tahun	Curah Hujan rata-rata			Xi
		Canduang	Tj. Pati	Suliki	
1	2011	32.45	40.53	23.2	32.06
2	2012	23.98	35.57	23.82	27.79
3	2013	20.22	18.57	35.63	24.81
4	2014	24.45	36.08	21	27.18
5	2015	8	17	10	11.67
6	2016	12.7	14.2	39	21.97
7	2017	10.9	20.2	12.9	14.67
8	2018	11.9	8.8	7.1	9.27
9	2019	51	91	79	73.67
10	2020	101	57	78	78.67
jumlah					321.65
rata-rata					32.17

Berikut adalah contoh perhitungan Metode Aljabar, untuk tahun 2020:

$$\bar{X} = \frac{(X_A + X_B + X_C)}{(n)}$$

$$\bar{X} = \frac{(101 + 57 + 78)}{(3)} = 78.67 \text{ mm/bln}$$

Hasil perhitungan curah hujan dari metode Aljabar ini akan digunakan untuk perhitungan Distribusi probabilitas berikutnya.

4.1.2 Distribusi Probabilitas

Distribusi analisis frekuensi data hujan data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Person Type III.

1. Metode Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

Dimana:

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata

S = Standar Deviasi

K_T = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (Nilai Variabel Reduksi

Gauss)

Hitungan Parameter Statistik data : (Tabel 4.5)

a. Nilai rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{321.65}{10} = 32.165 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ S &= \sqrt{\frac{5337,608}{10-1}} = 24,35 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Parameter Metode Normal

No	Tahun	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2011	32.06	-0.10	0.011025
2	2012	27.79	-4.38	19.14063
3	2013	24.81	-7.36	54.09603
4	2014	27.18	-4.99	24.85023
5	2015	11.67	-20.50	420.045
6	2016	21.97	-10.20	103.938
7	2017	14.67	-17.50	306.075
8	2018	9.2	-22.97	527.3912
9	2019	73.63	41.47	1719.346
10	2020	78.67	46.51	2162.715
Σ	ΣX_i	321.65	$\Sigma (X_i - \bar{X})^2$	5337.608
\bar{X}		32.17		
S		24.35		

c. Hitung nilai K_T

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dari lampiran nilai Variabel reduksi *Gauss*, didapat untuk $T = 2$ maka nilai $K_T = 0$.

d. Hitung hujan rencana dengan periode ulang T (Tabel 4.6)

$$T = 2$$

$$X_2 = X_T = \bar{X} + K_T \cdot S$$

$$X_2 = 32,165 + 0,00 \times 24,35 = 32,17 \text{ mm}$$

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

T	K_T	S	\bar{X}	$K_T \times S$	X_T
2	0	24,35	32,165	0	32,17
5	0,84	24,35	32,165	20,454	52,62
10	1,28	24,35	32,165	31,168	63,33
25	1,71	24,35	32,165	41,6385	73,80
50	2,05	24,35	32,165	49,9175	82,08

2. Metode Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan probabilitas Log Normal, jika data yang digunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log}X} + K_T \cdot S_{\text{Log}X}$$

Dimana:

$\text{Log}X_T$ = Nilai Logaritma Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\overline{\text{Log}X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S Log X = Standar deviasi dari Log X

KT = Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari T

Hitungan Parameter Statistik data : (Tabel 4.7)

a. Nilai rata-rata

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log}X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} X_i}{n} \\ &= \frac{14.08071}{10} = 1,41 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S_{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} \rightarrow S_{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{0,84}{10-1}} = 0,305 \text{ mm}$$

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Parameter Metode Log Normal

No	Tahun	X_i	$\text{Log}X_i$	$(\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2$
1	2011	32.06	1.505964	0.009209
2	2012	27.79	1.443889	0.001148
3	2013	24.81	1.394627	0.000236
4	2014	27.18	1.434249	0.000588
5	2015	11.67	1.067071	0.1176
6	2016	21.97	1.34183	0.004647
7	2017	14.67	1.16643	0.059326
8	2018	9.2	0.963788	0.199105
9	2019	73.63	1.867055	0.208899
10	2020	78.67	1.895809	0.236011
Σ			14.08071	0.84
$\overline{\text{log}X}$	1.41			
S log X	0,305			

c. Hitung nilai K_T

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dari lampiran 5 tabel nilai Variabel reduksi Gauss, didapat untuk $T = 2$ maka nilai $K_T = 0$.

d. Hitung hujan rencana dengan periode ulang T (Tabel 4.8)

$$T = 2$$

$$\text{Log}X_2 = \overline{\text{Log}X} + K_T \times \text{Slog}X$$

$$\text{Log} X_2 = 1,41 + 0,305 \times 0,00 = 1,41 \text{ mm}$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal

No.	Tahun	KT	S LogX	$\overline{\text{Log}X}$	$K_T \times \text{Slog}X$	Xt
1	2	0.000	0.305	1.41	0.0000	1.41
2	5	0.840	0.305	1.41	0.2562	1.67
3	10	1.280	0.305	1.41	0.3904	1.80
4	25	1.710	0.305	1.41	0.5216	1.93
5	50	2.050	0.305	1.41	0.6253	2.04
6	100	2.330	0.305	1.41	0.7107	2.12

3. Metode Gumbel

Jika data hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probailitas Gumbel dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + S \times K$$

Dimana:

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata S = Standar deviasi

K = Faktor frekuensi Gumbel

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Y_T = *Reduced Variate*

$$Y_t = -\text{Ln} \left[-\text{Ln} \frac{T-1}{T} \right]$$

S_n = *Reduced Standar deviasi*

Y_n = *Reduced Mean*

Hitungan Parameter Statistik data : (Tabel 4.9)

a. Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{321,65}{10} = 32,17 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{5337,608}{10-1}} = 24,35$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Parameter Metode Gumbel

No	Tahun	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2011	32.06	-0.10	0.011025
2	2012	27.79	-4.38	19.14063
3	2013	24.81	-7.36	54.09603
4	2014	27.18	-4.99	24.85023
5	2015	11.67	-20.50	420.045
6	2016	21.97	-10.20	103.938
7	2017	14.67	-17.50	306.075
8	2018	9.2	-22.97	527.3912
9	2019	73.63	41.47	1719.346
10	2020	78.67	46.51	2162.715
Σ	ΣX_i	321.65	$\Sigma (X_i - \bar{X})^2$	5337.608
\bar{X}	32.17			
S	24.35			

c. Hitung nilai K_T

Dengan jumlah data (n) = 10 maka didapat:

Y_n : 0,4952 (lihat tabel Nilai *Reduced Mean*)

S_n : 0,9497 (lihat tabel Nilai *Reduced Deviation*)

Dengan Periode ulang (T) = 2 tahun didapat:

$$Y_t = -\text{Ln} \left[-\text{Ln} \frac{T-1}{T} \right]$$

$$Y_t = -\text{Ln} \left[-\text{Ln} \frac{2-1}{2} \right]$$

$$Y_t = 0,3665$$

Dengan Y_n , S_n , dan Y_t yang telah diketahui di atas, maka nilai K adalah :

$$K_T = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

$$K_T = \frac{0,3665 - 0,4952}{0.9497}$$

$$K_T = -0,13552$$

d. Hitung hujan rencana dengan periode ulang T (Tabel 4.10)

$$T = 2$$

$$X_2 = \bar{X} + S \times K_T$$

$$X_2 = 32,17 + 24,35 \times -0,13552 = 28,87017 \text{ mm}$$

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Distribusi Gumbel

No	Tahun	Y_n	S_n	Y_T	$Y_T - Y_n$	K_T	X_T
1	2	0.4952	0.9497	0.3665	-0.1287	-0.13552	28.87017
2	5	0.4952	0.9497	1.4999	1.0047	1.057913	57.93018
3	10	0.4952	0.9497	2.2504	1.7552	1.848163	77.17276
4	25	0.4952	0.9497	3.1985	2.7033	2.846478	101.4817
5	50	0.4952	0.9497	3.9019	3.4067	3.587133	119.5167
6	100	0.4952	0.9497	4.0061	3.5109	3.696852	122.1883

4. Metode Log Person Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas Log Person Type III, jika data yang digunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log}X} + K_T \cdot S\text{Log}X$$

Dimana:

$\text{Log}X_T$ = Nilai Logaritma Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\overline{\text{Log}X}$ = Nilai rata-rata dari $\text{Log} X$

$S\text{Log}X$ = Standar deviasi dari $\text{Log} X$

K_T = Variabel standar, besarnya tergantung koefisien kemecengan (C_s atau G) Faktor Frekuensi K_T

Hitungan Parameter Statistik data : (Tabel 4.11)

a. Nilai rata-rata

$$\begin{aligned}\overline{\text{Log X}} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \\ &= \frac{14,087}{10} \\ &= 1,41 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$\begin{aligned}\text{SLog X} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log X}})^2}{n-1}} \\ \text{SLog X} &= \sqrt{\frac{0,84}{9-1}} = 0,305\end{aligned}$$

c. Menentukan nilai Cs atau G

$$\begin{aligned}\text{Cs} &= \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log X}})^3}{(n-1)(n-2)(\text{S Log X})^3} \\ \text{Cs} &= \frac{10 \times (-0,0671)}{9 \times 8 \times 0,305^3} = 0,017\end{aligned}$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Parameter Metode Log Person Type III

Xi	LogXi	(LogXi - LogX̄)²	(LogXi - LogX̄)³
32.06	1.505964	0.0092	0.000883728
27.79	1.443889	0.0011	3.8919
24.81	1.394627	0.000236	-3.63325
27.18	1.434249	0.000588	1.42595
11.67	1.067071	0.1176	-0.040328604
21.97	1.34183	0.004647	-0.000316795
14.67	1.16643	0.059326	-0.014450098
9.2	0.963788	0.199105	-0.08884321
73.63	1.867055	0.208899	0.095478332

Xi	LogXi	(LogXi - LogX)²	(LogXi - LogX)³
78.67	1.895809	0.236011	0.114656075
$\overline{\text{Log x}}$	1,41	CS	0,017
SlogX	0,305		

d. Hitung nilai K_T

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai T dan nilai Cs atau G dari lampiran 6.a maka faktor frekuensi K_t , didapat untuk T = 2 dan Cs = 0,017 \approx 0 maka nilai $K_T = 0,00$

e. Hitung hujan rencana dengan periode ulang T (Tabel 4.12)

$$T = 2$$

$$\text{Log } X_2 = 1,41 + (0,305 \times 0,00) = 1,41 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{1,41} = 25,703 \text{ mm}$$

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Distribusi Log Person Type III

No	Tahun	KT	S	$\overline{\text{LogX}}$	KT x S	Xt	XT
1	2	0.000	0.305	1.41	0.0000	1.41	25.70
2	5	0.840	0.305	1.41	0.2562	1.67	46.37
3	10	1.280	0.305	1.41	0.3904	1.80	63.15
4	25	1.710	0.305	1.41	0.5216	1.93	85.42
5	50	2.050	0.305	1.41	0.6253	2.04	108.46
6	100	2.330	0.305	1.41	0.7107	2.12	132.02

4.1.3 Uji Distribusi Probabilitas

Uji Distribusi Probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

1. Metode Chi Kuadrat (χ^2)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Dimana:

χ^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = 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 (Dk) dihitung dengan rumus :

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

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

Dimana:

Dk = Drajat kebebasan

P = Banyaknya parameter, untuk 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 X rata-rata dan Standar deviasi

Tabel 4.13 Data Hujan Yang Telah Diurutkan Dari Besar Ke Kecil

No	Curah Hujan Harian Maksimum (Mm) Setelah Diurutkan
1	32,06
2	27,79
3	27,18
4	25,42
5	24,81
6	21,97
7	19,46
8	14,67
9	11,67
10	9,27

2) Menghitung Jumlah Kelas

$$\begin{aligned}\text{Jumlah data (n)} &= 10 \\ \text{Kelas distribusi (k)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 10 \\ &= 4,3 \sim 4 \text{ kelas}\end{aligned}$$

3) Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}

$$\begin{aligned}\text{Parameter (P)} &= 2 \\ \text{Derajat kebebasan (Dk)} &= k - (P + 1) \\ &= 4 - (2 + 1) = 1\end{aligned}$$

Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, $\alpha = 5\%$ dan Dk = 1 berdasarkan Tabel Lampiran 7 didapat $X^2_{cr} = 7,879$

4) Menghitung kelas distribusi

$$\text{kelas distribusi} = 1/5 \times 100 = 20\%$$

Interval distribusi adalah = 20% , 40%, 60%, 80%

Persentase 20%

$$P(x) = 20\% \text{ diperoleh } T = 1/Px = 1/0,2 = 5 \text{ tahun}$$

Persentase 40%

$$P(x) \text{ diperoleh } T = 1/Px = 1/0,4 = 2,5 \text{ tahun}$$

Persentase 60 %

$P(x)$ diperoleh $T = 1/P_x = 1/0,6 = 1,67$ tahun

Persentase 80%

$P(x)$ diperoleh $T = 1/P_x = 1/0,8 = 1,25$ tahun

5) Menghitung interval kelas

a. Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K_T berdasarkan T dari Tabel Nilai Variabel reduksi Gaus (lampiran 5 tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss).

Jika nilai K_T tidak tertera pada tabel, maka dilakukan interpolasi untuk mengetahui berapa nilai K_T sesuai dengan T yang diketahui :

$$K = K_1 + \frac{(X - X_1)}{(X_2 - X_1)} \times (K_2 - K_1)$$

$$K = 0,84 + \frac{(5 - 5)}{(10 - 5)} \times (1,28 - 0,84) = 0,84$$

$T = 5$	Maka	$K_T = 0,84$
$T = 2,5$	Maka	$K_T = 0,25$
$T = 1,67$	Maka	$K_T = -0,25$
$T = 1,25$	Maka	$K_T = -0,84$

$$\bar{X} = 32,165 \text{ mm}, S = 24,35 \text{ (Tabel 4.14)}$$

$$\text{Interval kelas : } X_T = \bar{X} + S \times K_T$$

$$X_T = 32,165 + 24,35 \times 0,84 = 52,619$$

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

T	K_T	\bar{X}	S	$S \times K_T$	X_T
5	0.84	32.165	24.35	20.454	52.619
2.5	0.25	32.165	24.35	6.0875	38.2525
1.67	-0.25	32.165	24.35	-6.0875	26.0775
1.25	-0.84	32.165	24.35	-20.454	11.711

2. Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai K_T berdasarkan T dari Tabel Nilai Variabel reduksi Gaus (tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss).

$$T = 5 \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,84$$

$$T = 2,5 \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,25$$

$$T = 1,67 \quad \text{Maka} \quad K_T = -0,25$$

$$T = 1,25 \quad \text{Maka} \quad K_T = -0,84$$

$$\overline{\text{Log X}} = 1,41 \text{ mm}, S \text{ Log X} = 0,30 \text{ (Tabel 4.15)}$$

Interval kelas :

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log X}} + K_T \cdot S \text{Log X}$$

$$\text{Log}X_T = 1,41 + 0,84 \times 0,305 = 1,6662$$

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal

T	K_T	$\overline{\text{Log X}}$	SLog X	SLogX x K_T	Log X	XT
5	0.84	1.41	0.305	0.2562	1.6662	46.366
2.5	0.25	1.41	0.305	0.07625	1.48625	30.6373
1.67	-0.25	1.41	0.305	-0.07625	1.33375	21.565
1.25	-0.84	1.41	0.305	-0.2562	1.1538	14.2495

3. Distribusi Probabilitas Gumbel

Dengan jumlah data (n) = 10 maka didapat nilai

Y_n : 0,4952 (lihat tabel Nilai *Reduced Mean*) Lampiran 2

S_n : 0,9496 (lihat tabel Nilai *Reduced Deviation*) Lampiran 4

$$Y_t = -\text{Ln} \left(-\text{Ln} \frac{T-1}{T} \right)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{Y_T - 0,5236}{1,0630}$$

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Distribusi Gumbel

T	K_T	\bar{X}	S	Yt	S x K_T	X_T
5	1.059	32.17	24.35	1.5004	25.78665	57.95665
2.5	0.029	32.17	24.35	0.5224	0.70615	32.87615
1.67	-0.199	32.17	24.35	0.3062	-4.84565	27.32435
1.25	-0.28	32.17	24.35	0.2292	-6.818	25.352

4. Distribusi Probabilitas Log Person Type III

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai $C_s = 0.0017$

Dan nilai T untuk berbagai periode ulang :

$$\begin{aligned}
 T = 5 & \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,724 \\
 T = 2,5 & \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,435 \\
 T = 1,67 & \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,265 \\
 T = 1,25 & \quad \text{Maka} \quad K_T = 0,145
 \end{aligned}$$

K_T diperoleh dengan menggunakan faktor frekuensi K_T untuk distribusi log pearson tipe III (G atau C_s negatif). Dengan $C_s = 0.0017$

$$\bar{\text{LogX}} = 32,17 \text{ mm} , S\text{LogX} = 24,35 \text{ (Tabel 4.17)}$$

Interval kelas :

$$\begin{aligned}
 \text{LogXT} &= \bar{\text{LogX}} + K_T \cdot S\text{LogX} \\
 &= 1,41 + 0,724 \times 0,305 = 1,63082
 \end{aligned}$$

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson Type III

Tahun	K_T	$\bar{\text{LogX}}$	$S\text{LogX}$	$K_T \times S\text{LogX}$	Log X	X_T
5	0.724	1.41	0.305	0.22082	1.63082	43
2.5	0.435	1.41	0.305	0.132675	1.54268	34.887914
1.67	0.265	1.41	0.305	0.080825	1.49083	30.961714
1.25	0.145	1.41	0.305	0.044225	1.45423	28.459352

6) Perhitungan Nilai Chikudrat (χ^2)

Tabel 4.18 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of-Ef)^2}{Ef}$
1	> 52,62	2	0	-2	2
2	52,62 – 38,25	2	0	-2	2
3	38,25-26,08	2	3	1	0,5
4	26,08-11,71	2	5	3	4,5
5	< 11,71	2	2	0	0
		10	10		9

Tabel 4.19 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of-Ef)^2}{Ef}$
1	> 46,37	2	0	-2	2
2	46,37 – 30,64	2	1	-1	0,5
3	30,64 – 21,57	2	5	3	4,5
4	21,57 – 14,25	2	2	0	0
5	< 14,25	2	2	0	0
		10	10		7

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of-Ef)^2}{Ef}$
1	> 57,96	2	0	-2	2
2	57,96 – 32,88	2	0	-1	0,5
3	32,88 – 27,32	2	2	0	0
4	27,32 – 25,35	2	2	0	0
5	< 25,35	2	6	4	8
		10	10		10,5

Tabel 4.21 Perhitungan Nilai χ^2 untuk Distribusi Log Pearson Type III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	$\frac{(Of-Ef)^2}{Ef}$
1	> 43	2	0	-2	2
2	43 – 34,89	2	0	-2	2
3	34,89 – 30,96	2	1	-1	0,5
4	30,96 – 28,46	2	0	-2	2
5	< 28,46	2	9	7	24,5
		10	10		31

Tabel 4.22 Rekapitulasi Nilai χ^2 dan χ^2_{cr}

Distribusi Probabilitas	X^2 terhitung	X^2_{cr}	Keterangan
Normal	9	7,879	Tidak Oke
Log Normal	7	7,879	Oke
Gumbel	10,5	7,879	Tidak Oke
Log Person III	31	7,879	Tidak Oke

Berdasarkan Tabel 4.22 maka distribusi yang dipilih adalah Metode distribusi Log Normal karena nilai χ^2 hitung < dari χ^2 kritis.

Dari metoda uji derajat kepercayaan distribusi dan parameter statistik distribusi tersebut yang bisa dipakai untuk hujan rencana adalah data yang dihitung dengan Metode Distribusi Log Normal, karena dari uji derajat kepercayaan dapat diterima. Selanjutnya yang dipakai untuk hujan rencana adalah hasil curah hujan rencana Metode Distribusi Normal.

Tabel 4.23 Rekapitulasi Hasil Hujan Rencana dari Metode Log Normal

Periode Ulang Tahunan T	Hujan Rencana (mm)
	Metode Log Normal
2	1.41
5	1.67
10	1.80
25	1.93
50	2.04
100	2.12

4.1.4 Analisa Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Jalan A. Yani adalah 13,9 km² . Sesuai dengan rumus debit banjir rancangan metode rasional

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

Dimana:

Q = Debit dalam (m³ /det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase kawasan Jalan A. Yani Kota Payakumbuh, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada tabel Koefisien aliran.

2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu waktuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

Metode Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe yaitu:

Dimana:

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3}$$

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = hujan (menit)

R = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam)

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q2). Diketahui data sebagai berikut:

$$tc = \left(\frac{0,87 \times 0,77^2}{1000 \times 0,027} \right)^{0,385} = 0,217 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{32,17}{24} \times \left[\frac{24}{0,217} \right]^{2/3} = 30,89 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

No	Periode Tahunan	R	C	tc(jam)	I (mm/jam)
1	2 tahun	32,17	0,95	0,217	30,89
2	5 tahun	52,62	0,95	0,217	50,52
3	10 tahun	63,33	0,95	0,217	60,80

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

$$Q = 0,00278 \times 0,95 \times 30,89 \times 13,9$$

$$Q = 1,13 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel berikut:

Tabel 4.25 Perhitungan Q Rancangan pada Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

No	Periode Tahunan	C	Tc (jam)	I (mm/jam)	Q (m ³ /dtk)
1	2 tahun	0,95	0,217	30,89	1,13
2	5 tahun	0,95	0,217	50,52	1,56
3	10 tahun	0,95	0,217	60,80	2,23

4.2 Analisis Hidrolika

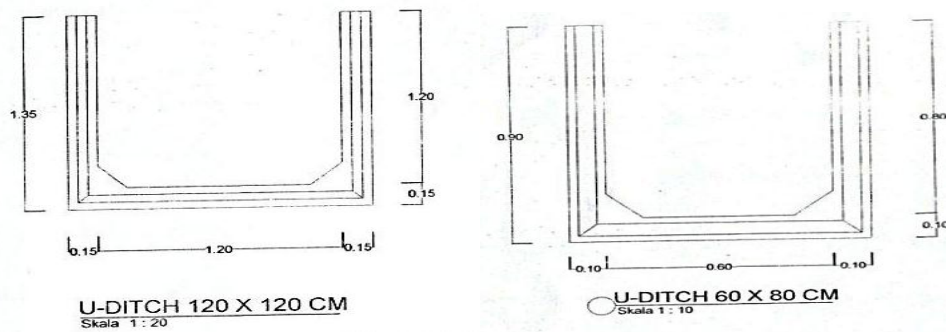
Analisis hidrolika penampang saluran drainase dikawasan jalan A. Yani Kota Payakumbuh dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

4.2.1 Perhitungan Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada tabel berikut:

Tabel 4.26 Saluran Drainase Eksisting

No	Nama Saluran	Ukuran saluran		Panjang saluran (km)	Kondisi eksisting saluran
		B	H		
1	Saluran kanan	0,6	0,8	0,6	Beton bertulang
2	Saluran kiri	1,2	1,2	0,6	Beton bertulang



Gambar 4.2 Saluran Drainase Eksisting

a. Saluran kanan

Diketahui :

Luas permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 0,6 \times 0,8$$

$$A = 0,48 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 0,8) + 0,6$$

$$P = 2,2 \text{ m}$$

Jari-jari (R)

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

$$R = \frac{0,48}{2,2} = 0,22 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi Saluran Dasar beton dipoles sedikit, dengan tebing dari adukan batu,semen,diplester=0,02

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

$$V = \frac{1}{0,020} \times 0,22^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,998 \text{ m/dt}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q_c = A \times V$$

$$Q_c = 0,48 \text{ m}^2 \times 0,998 \text{ m/dt} = 0,479 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Saluran kiri

Diketahui :

Luas permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 1,2 \times 1,2$$

$$A = 1,44 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,2) + 1,2$$

$$P = 3,6 \text{ m}$$

Jari-jari (R)

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

$$R = \frac{1,44}{3,6} = 0,4 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi Saluran Dasar beton dipoles sedikit, dengan tebing dari adukan batu, semen, diplester = 0,02

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

$$V = \frac{1}{0,020} \times 0,4^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,487 \text{ m/dt}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q_c = A \times V$$

$$Q_c = 1,44 \text{ m}^2 \times 1,487 \text{ m/dt} = 2,14 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampang drainase dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir diketahui bahwa drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

Tabel 4.27 perbandingan Q kapasitas tampungan dan Q Rancangan

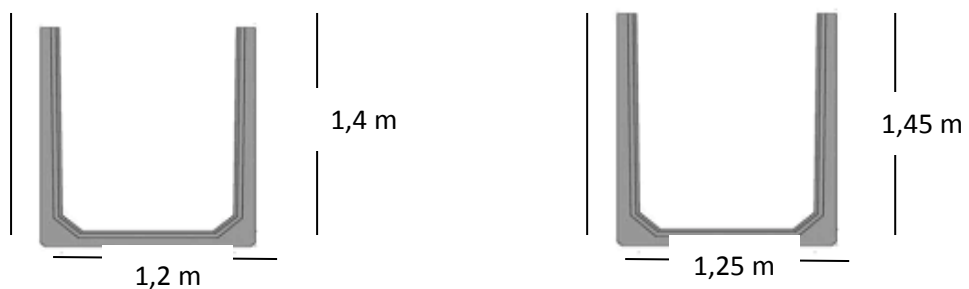
No	Nama saluran	Q tampungan penampung	Q rancangan debit banjir periode tahunan			Keterangan
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Saluran kanan	0,479	1,13	1,56	2,23	Tidak Aman untuk 2, 5, 10 tahun
2	Saluran kiri	2,14	1,13	1,56	2,23	Tidak Aman untuk 2, 5, 10 tahun

4.2.2 Perencanaan Ulang Sistem Drainase

Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang dirancang dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q analisi rancangan < Q analisis tampungan penampung maka saluran dapat dikatakan aman dari banjir. Untuk perhitungan Q tampungan penampung dapat dilihat dalam tabel:

Tabel 4.28 Saluran Drainase Perencanaan Ulang

No	Nama Saluran	Ukuran saluran		Panjang saluran (km)	Kondisi eksisting saluran
		B	H		
1	Saluran kanan	1,2	1,4	0,6	Beton
2	Saluran kiri	1,25	1,45	0,6	Beton



Gambar 4.3 saluran penampung *U-ditch* rencana

a. Saluran kanan

Diketahui :

Luas permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 1,2 \times 1,4$$

$$A = 1,68 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,4) + 1,2$$

$$P = 4 \text{ m}$$

Jari-jari (R)

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

$$R = \frac{1,68}{4} = 0,42 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi Saluran Dasar beton dipoles sedikit, dengan tebing dari adukan batu, semen, diplester = 0,02

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

$$V = \frac{1}{0,020} \times 0,42^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,536 \text{ m/dt}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q_c = A \times V$$

$$Q_c = 1,68 \text{ m}^2 \times 1,536 \text{ m/dt} = 2,58 \text{ m}^3/\text{dt}$$

b. Saluran kiri

Diketahui :

Luas permukaan (A) :

$$A = b \times h$$

$$A = 1,25 \times 1,45$$

$$A = 1,813 \text{m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 1,45) + 1,25$$

$$P = 4,15 \text{m}$$

Jari-jari (R)

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

$$R = \frac{1,813}{4,15} = 0,44 \text{m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi Saluran Dasar beton dipoles sedikit, dengan tebing dari adukan batu, semen, diplester = 0,02

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

$$V = \frac{1}{0,020} \times 0,44^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,584 \text{ m/dt}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q_c = A \times V$$

$$Q_c = 1,813 \text{ m}^2 \times 1,584 \text{ m/dt} = 2,872 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari hasil *Q* analisis rancangan debit banjir dan *Q* analisis tampungan penampung diatas, dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.29

Tabel 4.29 Perbandingan Q Analisis Tampungan Penampang Dan Q Analisis Rancangan Debit Banjir Di Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

No	Nama saluran	Q tampungan penampung	Q rancangan debit banjir periode tahunan			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
1	Saluran kanan	2,58	1,13	1,56	2,23	Aman untuk 2, 5, 10 tahun
2	Saluran kiri	2,872	1,13	1,56	2,23	Aman untuk 2, 5, 10 tahun

BAB V PENUTUP





5.1 Kesimpulan

Dari hasil tinjauan saluran drainase Jalan A. Yani Kota Payakumbuh, dengan Metode Log Normal dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan Q Rancangan debit banjir pada Jalan A. Yani Kota Payakumbuh di dapatkan hasil:

No	Periode Tahunan	C	Tc (jam)	I (mm/jam)	Q (m ³ /dtk)
1	2 Tahun	0,95	0,217	30,89	1,13
2	5 Tahun	0,95	0,217	50,52	1,56
3	10 Tahun	0,95	0,217	60,80	2,23

2. Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampung drainase dengan saluran sebelah kanan (1,2m x 1,4m) dan saluran sebelah kiri (1,25m x 1,45m) dan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10 tahun diketahui bahwa drainase mampu menampung besarnya debit curah hujan. Dengan nilai :

Q Debit Banjir Periode Tahunan	Nama Saluran	Eksisting	Hasil penulis
2 tahun = 1.13 m ³ /dtk 5 tahun = 1.56 m ³ /dtk 10 tahun = 2.23 m ³ /dtk	Saluran kanan	 U-DITCH 0.6 m x 0.8 m Q tampungan = 0.479 m ³ /dtk	 U-DITCH 1.2 m x 1.4 m Q tampungan = 2.58 m ³ /dtk
	Saluran kiri	 U-DITCH 1.2 m x 1.2 m Q tampungan = 2.14 m ³ /dtk	 U-DITCH 1,25 m x 1,45 m Q tampungan = 2.872 m ³ /dtk
Kesimpulan		Q tampungan < Q debit banjir (tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun)	Q tampungan > Q debit banjir (aman untuk 2, 5, 10 tahun)

5.2 Saran

1. Dalam pelaksanaan pembangunan saluran drainase terlebih dahulu harus mengetahui data-data yang diperlukan misalnya data curah hujan, kemiringan lokasi pembangunan, dimensi yang tepat disesuaikan dengan debit maksimum dan luas daerah.
2. Pengawasan saat pelaksanaan pekerjaan agar saluran drainase yang dibangun sesuai dengan yang direncanakan sehingga dapat berfungsi dengan maksimal sesuai fungsinya.
3. Dengan hasil perhitungan perencanaan maka drainase di daerah Jalan A. Yani perlu perbaikan sesuai dengan dimensi yang telah direncanakan agar tidak terjadi air genangan maupun banjir pada tingkat yang lebih tinggi



DAFTAR PUSTAKA

- Afrinanda Tanjung, Adha. 2019. Tinjauan Perencanaan Drainase Pada Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor. *Tugas Akhir*. Medan: UMSU.
- Badan Pusat Statistik. *Payakumbuh Dalam Angka*. Diperoleh tanggal 5 Juni 2022, dari <https://payakumbuh.bps.go.id/jumlah-penduduk/>
- Basuki, Sulistyo. 2006. *Metode Penelitian*. Jakarta: Wedatama Widya Sastra.
- Hasmar. 2002. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Penerbit UII Press.
- Kamiana, I Made. 2012. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1987. *Surat Keputusan Menteri No. 233 Tentang Drainase Perkotaan*. Jakarta
- Laoh, G. L, Tanudjaja, E. M, Wuisan, H. T. 2013. Perencanaan Sistem Drainase di Kawasan Pusat Kota Amurang. *Jurnal Sipil Statik*.
- Rurung, M. A, Riogilang, H, dan Hendratta, L. A. 2019. Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan Di Lahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*.
- Saryono, 2010. *Metode Penelitian Kualitatif*, PT. Alfabeta, Bandung.
- SNI 03-3424. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*.
- Soemarto. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2013. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Nilai Q kritis dan R kritis

N	Q/ \sqrt{n}			R/ \sqrt{n}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,24	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,4	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,5	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,5	1,62	1,86
∞	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 2: Tabel Nilai *Reduced Variabel* (Y_t)

Periode Ulang T (Tahun)	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 3: Tabel Nilai t_c (t kritis) untuk Uji Distribusi 2 Sisi

Dk	Derajat Kepercayaan $t \alpha$				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.039	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779

27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
Inf	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 4: Tabel Nilai *Reduced Standard Deviation* (S_n) dan Nilai *Reduced Mean* (Y_n)

n	S_n	Y_n	n	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952	60	1,1750	0,5521
15	1,0210	0,5128	70	1,1850	0,5548
20	1,0630	0,5236	80	1,1940	0,5567
25	1,0910	0,5390	90	1,2010	0,5586
30	1,1120	0,5362	100	1,2060	0,5600
35	1,1280	0,5403	200	1,2360	0,5672
40	1,1410	0,5436	500	1,2590	0,5724
45	1,1520	0,5463	1000	1,2690	0,5745
50	1,1610	0,5485			

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 5: Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, T (tahun)	KT
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52

13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1.000,000	3,09

Sumber : (Suripin, 2004)

Lampiran 6a: Tabel Faktor Frekuensi Kt Untuk Distribusi Log Pearson Type III
(G atau Cs Positif)

Skew Coef. (Cs)	Periode Ulang (Tahun)										
	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	Excedunce Probabilitas										
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,04	0,02	0,01	0,05
3.0	-0,667	-0,665	-0,660	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,061	4,970
2.9	-0,690	-0,688	-0,681	-0,651	-0,390	0,440	1,160	2,277	3,134	4,013	4,909
2.8	-0,714	-0,711	-0,702	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2.7	-0,740	-0,736	-0,724	-0,681	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2.6	-0,769	-0,762	-0,747	-0,695	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2.5	-0,799	-0,790	-0,771	-0,711	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2.4	-0,832	-0,819	-0,795	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,029	3,800	4,584
2.3	-0,867	-0,850	-0,819	-0,739	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2.2	-0,905	-0,882	-0,844	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2.1	-0,946	-0,914	-0,869	-0,765	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2.0	-0,990	-0,949	-0,896	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1.9	-1,037	-0,984	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1.8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147

1.7	-1,147	-1,056	-0,970	-0,808	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1.6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1.5	-1,256	-1,131	-1,018	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,745	3,330	3,910
1.4	-1,318	-1,163	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1.3	-1,388	-1,206	-1,064	-0,838	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1.2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1.1	-1,518	-1,280	-1,107	-0,848	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1.0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0.9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,967	3,401
0.8	-1,733	-1,388	-1,166	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0.7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0.6	-1,880	-1,458	-1,200	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,123
0.5	-1,965	-1,491	-1,216	-0,856	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0.4	-2,029	-1,524	-1,231	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0.3	-2,104	-1,555	-1,245	-0,853	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0.2	-2,175	-1,586	-1,258	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0.1	-2,225	-1,616	-1,278	-0,846	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,064	2,064	2,576

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 6b: Tabel Faktor Frekuensi Kt Untuk Distribusi Log Pearson Type III
(G atau Cs Negatif)

Skew Coef. (Cs)	Periode Ulang (Tahun)										
	1,0101	1,053	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	Excedunce Probabilitas										
	0,99	0,95	0,90	0,80	0,50	0,20	0,10	0,04	0,02	0,01	0,005
0	-2,336	-1,645	-1,282	-0,824	0,000	0,842	1,282	1,750	2,054	2,326	2,576
-0.1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0.2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0.3	-2,544	-1,762	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	0,163	1,890	2,104	2,294

-0.4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0.5	-2,686	-1,774	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0.6	-2,755	-1,797	-1,328	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0.7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,488	1,633	1,800	1,936
-0.8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,484	1,608	1,733	1,837
-0.9	-2,957	-1,858	-1,339	-0,769	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1.0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,108	1,366	1,492	1,588	1,664
-1.1	-3,087	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1.2	-3,149	-1,910	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1.3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1.4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,196	1,270	1,316	1,351
-1.5	-3,330	-1,961	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1.6	-3,388	-1,962	-1,329	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,168	1,197	1,216
-1.7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1.8	-3,499	-1,981	-1,318	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1.9	-3,533	-1,989	-1,310	-0,627	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2.0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,969	0,980	0,990	0,995
-2.1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,896	0,923	0,939	0,346	0,949
-2.2	-3,705	-2,006	-1,284	-0,574	0,330	0,732	0,849	0,888	0,900	0,905	0,907
-2.3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2.4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2.5	-3,845	-2,012	-1,250	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,793	0,796	0,799	0,800
-2.6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,767	0,769	0,769
-2.7	-3,932	-2,011	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2.8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,734	0,714
-2.9	-4,013	-2,007	-1,195	-0,440	0,330	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3.0	-4,051	-2,003	-1,180	-0,420	0,390	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

Sumber : (Kamiana, 2012)

Lampiran 7: Tabel Nilai Parameter Chi – Kuadrat Kritis, X^2_{cr} (Uji Satu Sisi)

Dk	a derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	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	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,275
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,37	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	27,388	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	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	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	7,633	8,907	10,117	30,114	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	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	14,120	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	14,573	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	43,733	46,979	50,892	53,672

Sumber : (Kamiana, 2012)



LAMPIRAN GAMBAR



Gambar 1 . Drainase Tipe *U- Dicht* Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2019



Gambar 2 . Drainase Tipe *U- Dicht* Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Sumber : Dokumentasi Penelitian, 2019



Gambar 3 . Drainase Tipe
U- Ditch Jalan A. Yani
Kota Payakumbuh
Sumber : Dokumentasi
Penelitian, 2019



Gambar 4 . Drainase Tipe
U- Ditch Jalan A. Yani
Kota Payakumbuh
Sumber: Dokumentasi
Penelitian, 2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: ANDIEKA RAHMATI
NIM	: 101000222201016
Program Studi	: Teknik Sipil
Pembimbing I	: Ir. Surya Eka Priana, MT
Pembimbing II	: Febrimen Herista, ST, MT
Judul	: Analisis Perencanaan Pelecegaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bermang Jl. Ayani Kota Payalambah

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	3/6/22			
2.	11/6/22	* Perbaiki yg terkoraksi. * Lanjut BAB III.		
3.	18/6/22	* Perbaiki yg terkoraksi. * Lanjut BAB IV & V		
4.	23/06-22	* Tambahkan tujuan penelitian dan masalah yg diangkat.. - Perbaiki Spasi Materi yg kurang - Lanjutkan BAB IV & V		
5.				
6.	30/6-22	* Perbaiki yg terkoraksi. * Buat hasil perhitungan di BAB V dimensi/debit dll		
7.	2/7-22	* Perbaiki yg terkoraksi.		
8.	14/7-22	* Check pengetikan * Lengkapi Abstrak, Daftar 2 * ACL Seminar Hasil.		
9.	16/07-22	- Perbaiki yg terkoraksi - ACL Seminar Hasil		
10.				

- Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi. (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasiteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	ANDIKA RAHMATI
NIM	:	181000222201016
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	Ir. Surya Eka Priana, MT
Pembimbing II	:	Febrimen Herisra, ST, MT
Judul	:	ANALISIS Perencanaan Perencanaan Drainase Tipe 4- DITCH Beton Bertulang JL. Ayani Kota Payalambun

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	12/8/22	ACC Sidang Akhir		
2.	12-08-22	- ACC Sidang Kompre		
3.	30-08-22	- ACC Jilid		
4.	3/9/22	ACC Jilid		
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Catatan Perbaikan : *Tambahkan Metode Penelitian pada Bab III*
- Perbaiki Bagian Akhir pada Bab III

ACC Sidang Kompre
09-08-2022

myfa

Sekretaris/Penguji,

Mf

Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Catatan Perbaikan :

ACC Sidang Alimin
16/8/22

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan :
- *Penulisan di cek lagi*
- *Cek perhitungan yg.*
-
.....
.....
.....

07/08 ACC

Sedang komputasi

Penguji,

Ishak, S.T., M.T.
NIDN. 1010047301



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan :

- Tambahkan grafik dr. ke 3. Stasiun hujan.
 - Perbaiki abstrak.
 - Lampiran tambahkan gambar 3. U.
- Handwritten notes:*
Ace & Kompre Selpa Dewi (1011097602)

Penguji,

Selpa Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Catatan Perbaikan : *Berapa mca Pokonya.*
Hea Tude
Hea di
20/8
in

Penguji,

Endri. S.T., M.T.
NIDN. 8900320021



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan :

Belajar lagi!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

28/08/22
Ace Jitid
Selpa Dewi

Penguji,

Selpa Dewi, S.T., M.T.
NIDN. 1011097602



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh
Catatan Perbaikan : *
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ACC Jilid
[Signature]
3/8/22

Ketua Penguji,
[Signature]
Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Andika Rahman**
NIM : 181000222201016
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Pekerjaan Drainase Tipe U-Ditch Beton
Bertulang Jalan A. Yani Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan : ~~Tambahkan metode penulisan pk bal 3~~

ACC Jilid, 30-08-2022

Sekretaris/Penguji,

Febrimen Herista, S.T., M.T.
NIDN. 1001026901