

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA PEMBANGUNAN  
PROYEK JALAN TOL BINJAI-LANGSA ZONA 1  
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**YORA RONA PURNAMA MEURAXA**  
**1707210027**



**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

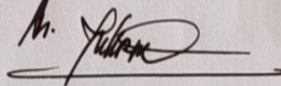
Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yora Rona Purnama Meuraxa  
Npm : 1707210027  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek  
Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1.  
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Agustus 2021

Dosen Pembimbing



Randi Gunawan, S.T, M.Si

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Yora Rona Purnama Meuraxa  
NPM : 1707210027  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan  
Tol Binjai-Langsa Zona I  
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Agustus 2021

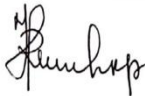
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



Randi Gunawan, S.T., M.Si

Dosen Pembanding I



DR. Rumilla Harahap, M.T

Dosen Pembanding II



Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Yora Rona Purnama Meuraxa

Tempat /Tanggal Lahir : Sinabang, 19 Mei 2000

NPM : 1707210027

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1(Studi Kasus)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik.

Medan, Agustus 2021

Saya Yang Menyatakan



Yora Rona Purnama Meuraxa

## ABSTRAK

### EVALUASI SISTEM DRAINASE PADA PEMBANGUNAN PROYEK JALAN TOL BINJAI – LANGSA ZONA 1 (STUDI KASUS)

Yora Rona Purnama Meuraxa  
1707210027  
Randi Gunawan, S.T., M.Si

Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera bertujuan untuk mempercepat mobilitas barang dan jasa antar pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan membangun pusat produksi. Jalan Tol Trans Sumatera sepanjang 304 km akan menghubungkan Pulau Sumatera dari Aceh hingga Bakauheni. Dalam perencanaannya, jalan ini melewati beberapa sungai yang nantinya akan menjadi saluran pembuang untuk saluran drainase jalan ini. Oleh karena itu sungai yang menerima debit limpasan dari drainase jalan perlu ditinjau lagi agar tidak terbebani, serta sebagai bahan pertimbangan untuk penentuan elevasi. Analisa mengenai permasalahan yang terjadi yaitu menghitung debit limpasan yang terjadi di kawasan proyek, meninjau sistem drainase pada proyek, serta merencanakan bentuk dan dimensi penampang saluran serta bangunan pelengkap pada sistem drainase di proyek tersebut. Yang didukung dari data-data yang diperoleh dari kondisi lapangan secara langsung dan data-data dari pihak PT yang terlibat dalam proyek ini. Besarnya debit limpasan yang terjadi di kawasan Proyek Pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa Zona 1 dapat diketahui dari hasil perhitungan hidrologi pada masing-masing titik kontrol saluran. Jaringan (Sistem) drainase pada jalan tol ini mengikuti kemiringan muka air atau mengalir secara grafitasi menuju outlet. Besarnya dimensi penampang saluran drainase tergantung dari besarnya debit hidrologi yang akan dialirkan. Dalam perencanaan ini saluran-saluran drain didesain sebagai saluran terbuka berbentuk persegi baik itu untuk saluran-saluran tepi dan gorong-gorong. Tinggi banjir rencana ( $h$ ) ditentukan dari tinggi muka air bangunan *box culvert cross drain* tol. Jika diasumsikan dasar (*invert*) saluran berada 1-1.5 m dari lahan, maka dapat diprediksi muka air banjir diatas lahan.

Kata Kunci : Sistem drainase, debit limpasan, penampang.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF DRAINAGE SYSTEM ON THE CONSTRUCTION OF THE BINJAI-LANGSA ZONE 1 TOLL ROAD PROJECT PRESS (RESEARCH STUDY)**

Yora Rona Purnama Meuraxa  
1707210027  
Randi Gunawan, S.T., M.Si

*The Trans Sumatra Toll Road Development Project aims to accelerate the mobility of goods and services between economic growth centers and build production centers. The 304 km Trans Sumatra Toll Road will connect Sumatra Island from Aceh to Bakauheni. In the planning, this road passes through several rivers which will later become drains for the drainage channel of this road. Therefore, rivers that receive runoff discharge from road drainage need to be reviewed so that they are not burdened, as well as consideration for determining elevation. Analysis of the problems that occur is to calculate the runoff discharge that occurs in the project area, review the drainage system in the project, and plan the shape and dimensions of the channel cross-section and complementary buildings in the drainage system in the project. Which is supported by data obtained from field conditions directly and data from PT parties involved in this project. The amount of runoff that occurs in the Binjai – Langsa Zone 1 Toll Road Development Project area can be known from the results of hydrological calculations at each channel control point. The drainage network (system) on this toll road follows the slope of the water level or flows by gravity to the outlet. The size of the cross-sectional dimensions of the drainage channel depends on the amount of hydrological discharge to be flowed. In this design, the drains are designed as open rectangular channels for both side drains and culverts. The design flood height ( $h$ ) is determined from the water level of the box culvert cross drain toll road building. If it is assumed that the bottom (invert) of the channel is 1-1.5 m from the land, it is possible to predict the flood water level above the land*

*Keywords: Drainage system, runoff discharge, cross section.*

## KATA PENGANTAR

### **Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Evaluasi Sistem Drainase Pada Pembangunan Proyek Jalan Tol Binjai-Langsa Zona 1(Studi Kasus)”.

Didalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan didalamnya, untuk itu penulis dengan rasa rendah hati bersedia menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dalam perbaikan skripsi penelitian ini kedepannya. Dalam mempersiapkan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan berupa bimbingan dan petunjuk. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini:

1. Bapak Randi Gunawan, S.T., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu DR. Rumilla Harahap, M.T, Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Hj Irma Dewi, S.T., M.Si, Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
8. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Suherman Meuraxa dan Ibunda tercinta Yosi Maryanti yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 16 Oktober 2021  
penulis

**Yora Rona Purnama Meuraxa**  
**Npm: 170721027**



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penentuan Hujan Kawasan	5
2.2 Analisis Distribusi Frekuensi	6
2.3 Curah Hujan Rencana	7
2.4 Uji Kecocokan Distribusi	10
2.5 Koefisien Pengaliran	13
2.6 Perhitungan Intensitas Hujan	14
2.7 Perhitungan Waktu Konsentrasi	14
2.8 Perhitungan Debit	14
2.9 Perhitungan Dimensi Saluran	15
2.10 Gorong-gorong	16
2.11 Kriteria Hidrologi	16
2.12 Kriteria Hidrolika	17
2.13 Drainase	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Diagram alir penelitian	24

3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian	25
3.3 Identifikasi Masalah	25
3.4 Penarikan Sampel	25
3.5 Pengumpulan Data	25
3.6 Analisa Data	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>27</b>
4.1 Hasil Penelitian	27
4.1.1 Pengumpulan Data Sekunder	27
4.1.2 Kondisi Topografi	27
4.2 Analisis Hidrologi	28
4.2.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum	28
4.3 Debit Banjir Rencana	31
4.5 Penampang Drainase	36
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Pemilihan Jenis Distribusi/Sebaran Frekuensi	7
Tabel 2.2 Tabel Nilai variable reduksi <i>Gauss</i>	8
Tabel 2.3 Tabel Nilai DK	11
Tabel 4.1 Data Hujan Bulanan Stasiun Belawan	27
Tabel 4.2 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Person III	28
Tabel 4.3 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III	29
Tabel 4.4 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel	29
Tabel 4.5 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel	30
Tabel 4.6 Hujan Ekstrim Rencana Trase Tol Binjai-Langsa	31
Tabel 4.7 Distribusi Hujan Jam-jaman Rencana	32
Tabel 4.8 HS Sintetik Nakayasu	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	: Grafik HHS Nakayasu	35
Gambar 4.2	: Catchmen Area Ruas Awal Tol	36

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera bertujuan untuk mempercepat mobilitas barang dan jasa antar pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan membangun pusat produksi. Jalan Tol Trans Sumatera sepanjang 304 km akan menghubungkan Pulau Sumatera dari Aceh hingga Bakauheni. Tahap 1 terdiri atas 8 ruas, terbagi menjadi empat ruas awal: (1) Medan-Binjai, (2) Palembang-Indralaya, (3) Pekanbaru-Dumai, (4) Bakauheni-Terbanggi Besar; dan lima ruas tambahan: (5) Terbanggi Besar- Pematang Panggang, (6) Pematang Panggang-Kayu Agung, (7) Palembang – Tanjung Api-Api dan (8) Kisaran–Tebing Tinggi, (9) Binjai-Langsa. Dalam penulisan ini yang ditinjau adalah perencanaan sistem drainase pada proyek Binjai-Langsa zona 1.

Pada perencanaan sistem drainase jalan akan berkaitan erat dengan *site plan* jalan, *alignment vertical-horizontal* jalan, superelevasi jalan, dan elevasi permukaan jalan. Tujuannya adalah untuk mengalirkan limpasan air yang terjadi di permukaan jalan secara grafitasi dan dibuang melalui saluran drainase yang telah ada (eksisting) atau yang belum ada (non-eksisting) menuju saluran pembuang akhir (*outlet*).

Dalam pembangunan jalan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yang dapat mengganggu fungsi dari jalan tersebut. Faktor yang paling penting yaitu adanya kerusakan jalan yang disebabkan oleh genangan air dari limpasan air hujan yang tidak dialirkan dengan baik oleh sistem drainase jalan tersebut. Selain dapat merusak jalan yang ada, genangan air juga dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan dan juga kemacetan. Dalam perencanaannya, jalan ini melewati beberapa sungai yang nantinya akan menjadi saluran pembuang untuk saluran drainase jalan ini. Oleh karena itu sungai yang menerima debit limpasan dari drainase jalan perlu ditinjau lagi agar tidak terbebani, serta sebagai bahan pertimbangan untuk penentuan elevasi.

Oleh karena itu, perlu direncanakan suatu system pengelolaan air limpasan yang terjadi, sehingga air limpasan tidak menggenangi daerah sekitar dan langsung masuk ke saluran-saluran drainase yang ada.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam tugas akhir ini, permasalahan yang akan dibahas dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar debit limpasan yang terjadi di kawasan proyek pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa zona I dan sekitarnya yang akan membebani saluran drainase jalan ?
2. Bagaimana sistem drainase pada proyek pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa zona 1?
3. Bagaimana rencana bentuk dan dimensi penampang saluran serta bangunan pelengkap pada sistem drainasenya ?

## **1.3 Ruang lingkup**

Agar pembahasan ini tidak meluas ruang lingkupnya dan dapat terarah sesuai dengan tujuan penulisan Tugas Akhir ini, maka diperlukan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Studi ini hanya meninjau perencanaan sistem drainase dikawasan proyek pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa zona 1 pada Sungai Wampu.
2. Daerah tangkapan hujan ditinjau hanya pada kawasan yang air limpasan kemungkinan akan membebani saluran drainase jalan tol.

## **1.4 Tujuan penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan Tugas Akhir ini ialah:

1. Untuk mengetahui besar debit limpasan yang terjadi di kawasan Proyek pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa zona 1 dan sekitarnya yang akan membebani saluran drainase jalan

2. Untuk mengetahui sistem drainase pada proyek pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa zona 1
3. Untuk mengetahui rencana bentuk dan dimensi penampang saluran serta bangunan pelengkap pada sistem drainasenya

### **1.5 Manfaat penelitian**

#### a. Manfaat teoritis

Penelitian ini merupakan hasil dari survei dan masukan- masukan dari teori yang ada mengenai sistem drainase pada jalan tol dalam dunia konstruksi. Hasil dari penelitian ini diharapkan juga bisa menjadi referensi untuk penelitian dalam dunia konstruksi serta menjadi referensi untuk pembelajaran kedepannya kepada teman-teman mahasiswa teknik tentang perkembangan teknologi didunia konstruksi saat ini.

#### b. Manfaat praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan bagi instansi yang berwenang.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “*Perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol Ruas Binjai – Langsa zona 1*”. ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup, manfaat penulisan dan sistematika penulisan skripsi.

#### **BAB 2 : LANDASAN TEORI**

Bab ini menjelaskan mengenai dasar-dasar teori tentang sistem drainase.



**BAB 3 :       METODOLOGI**

Bab ini menjelaskan mengenai alur kerja penelitian pada skripsi ini dari tahap pengumpulan data hingga *output* berupa kesimpulan.

**BAB 4 :       PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan menjelaskan mengenai perhitungan limpasan air yang masuk kedalam saluran dan sistem drainase pada Jalan tol tersebut.

**BAB 5 :       KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjeleaskan mengenai hasil akhir dari isi materi ini yaitu analisa perhitungan limpasan debit air dalam saluran dan sistem drainase pada jalan tol tersebut.

## BAB 2

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Penentuan Hujan Kawasan

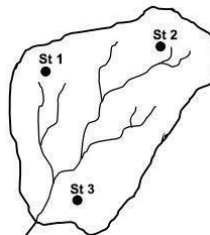
Stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik mana stasiun tersebut berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu daerah terdapat lebih dari satu stasiun pengukur yang ditempatkan secara terpencar, hujan yang tercatat di masing-masing stasiun tidak sama.

Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode berikut yaitu:

##### 2.1.1 Metode Aritmatika (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. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga masih bisa diperhitungkan.

Contoh pengukuran hujan rerata Aritmetik dengan beberapastasiun hujan bisa di lihat seperti gambar 2.1



Gambar 2. 1 Pengukuran Tinggi Curah Hujan Metode Aljabar.

Metode rerata Aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

- Stasiun tersebar secara merata di DAS.
- Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS.

Hujan rerata pada seluruh DAS diberikan oleh bentuk berikut :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \quad (2.1)$$

Dengan:

R = Curah hujan rerata tahunan (mm)

n = jumlah stasiun yang digunakan

$R_1 + R_n$  = Curah hujan rerata tahunan di tiap titik (mm)

### 2.1.2 Metode Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari setiap stasiun.

### 2.1.3 Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menunjukkan tempat kedudukan dari harga tinggi hujan yang sama. Cara ini diperoleh dengan cara interpolasi harga-harga tinggi hujan local.

## 2.2 Analisis Distribusi Frekuensi

Penentuan jenis distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui suatu rangkaian data cocok untuk suatu sebaran tertentu dan tidak cocok untuk sebaran lain. Untuk mengetahui kecocokan terhadap suatu jenis sebaran tertentu, perlu dikaji terlebih dahulu ketentuan-ketentuan yang ada, yaitu meliputi:

1. Menghitung parameter-parameter statistik  $C_s$  dan  $C_k$ . (untuk menentukan macam analisis frekuensi yang dipakai).
2. Koefisien kepencengan / skewness ( $C_s$ ) dihitung menggunakan persamaan:

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)} \quad (2.2)$$

Dengan :

N = jumlah data

X<sub>i</sub> = Nilai varian ke i

X = Nilai rata-rata varian

C<sub>s</sub> = Koefisien *Skewness*

S = Deviasi standart

3. Koefisien kepuncakan/curtosis (C<sub>k</sub>) dihitung menggunakan persamaan :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.3)$$

Dengan :

C<sub>k</sub> = Koefisien Kurtosis

X<sub>i</sub> = Nilai varian ke i

X = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

Tabel 2.1 Persyaratan Pemilihan Jenis Distribusi/Sebaran Frekuensi

No	Saluran	Syarat
1	Normal	C <sub>s</sub> = 0
2	Log Normal	C <sub>s</sub> = 3 C <sub>v</sub> =
3	Gumbel	C <sub>s</sub> = 1,1396 C <sub>k</sub> = 5,4002
4	Bila tidak ada yang memenuhi syarat digunakan sebaran Log Person Type III	

(Sumber : Soewarno, 1995)

### 2.3 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana merupakan prediksi terjadinya curah hujan ekstrem yang terjadi pada periode ulang tertentu. Adapun metode yang dipakai diantaranya :

### 2.3.1 Metode Distribusi Normal

Rumusan yang dipakai adalah :

$$X = \bar{X} + k. S \quad (2.4)$$

Dimana:

$X$  = nilai varian yang diharapkan terjadi

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata hitung curah hujan

$S$  = Standart deviasi

$k$  = Faktor frekuensi,

Tabel 2.2 Tabel Nilai variable reduksi *Gauss*

Periode Ulang	Peluang	k
1.001	0.999	- 3.05
1.11	0.900	- 1.28
2	0.500	0
2.5	0.400	0.5
3.33	0.300	0.52
4	0.250	0.67
5	0.200	0.84
10	0.100	1.28
20	0.051	1.64
50	0.020	2.05
100	0.010	2.33
200	0.005	2.58
500	0.002	2.88
1000	0.001	3.09

(Soewarno, 1995. Hal 116)

### 2.3.2 Metode Distribusi Gumbel

Rumusan yang dipakai adalah :

$$X = \bar{X} + k. S \quad (2.5)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (2.6)$$

$$Y_t = -\ln \left[ -\ln \left( \frac{T-1}{T} \right) \right] \text{ untuk } T > 20, \text{ maka } Y_t = \ln T \quad (2.7)$$

Dimana:

X = nilai varian yang di harapkan terjadi

$\bar{X}$  = nilai rata-rata hitung varian

S = Standar deviasi

Yt = nilai reduksi varian dari variable yang diharapkan

Yn = nilai rata- rata tergantung darijumlah data (n)

Sn = deviasi standart dari reduksi varian nilai tergantung dari jumlah data (n)

### 2.3.3 Metode Distribusi Log Pearson III

Untuk menghitung curah hujan rencana dalam periode ulang tertentu dengan metode distribusi *log person III* dapat melalui prosedur perumusan untuk menentukan kurva distribusi *Log Pearson III* dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis

$$X = \log X \quad (2.8)$$

2. Hitung harga rata-rata

$$\log X = \frac{\sum \log X}{n} \quad (2.9)$$

3. Hitung nilai simpanan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \bar{\log X})^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

4. Hitung nilai koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \bar{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (2.11)$$

5. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log } X = \bar{\log X} + k (\bar{S} \log X) \quad (2.12)$$

Dimana  $K$  adalah variable standar ( *standardized variable* ) untuk  $X$  yang besarnya tergantung koefisien kemencengan ( $C_s$ ).

## 2.4 Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi- Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

### 2.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2_h$ . Parameter  $X^2_h$  dapat dihitung dengan rumus: (Ramadhana, 2021)

Uji Chi–Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan peluang (metode yang digunakan untuk mencari hujan rencana), dapat mewakili distribusi sampel data yang analisis. Parameter yang digunakan untuk pengambilan keputusan uji ini adalah  $X^2_h$ , sehingga disebut Uji Chi–Kuadrat. Parameter  $X^2_h$  dapat dihitung dengan rumus :

$$X^2_h = \frac{n \sum (O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (2.13)$$

Dimana :

$X^2_h$  = Harga Chi-Kuadrat

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada Sub Kelompok Ke-1

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Prosedur perhitungan uji Chi Kuadrat adalah :

- 1) Urutkan data pengamatan dari yang terbesar ke yang terkecil atau sebaliknya.
- 2) Kelompokkan data menjadi  $G$  sub grup, tiap-tiap sub grup minimal empat data pengamatan.



- 3) Jumlah data pengamatan sebesar  $O_i$  tiap-tiap sub grup.
- 4) Jumlah data pengamatan sebesar distribusi yang digunakan sebesar:

$$E_i = \frac{\sum O_i}{\sum \text{Sub}} \quad (2.14)$$

- 5) Tiap-tiap sub grup hitung nilai :  $(O_i - E_i)$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E}$
- 6) Jumlahkan seluruh G sub grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E}$
- 7) Menentukan derajat kebebasan. Rumus derajat kebebasan adalah :

$$DK = K - (R + 1) \quad (2.15)$$

Dimana :

DK = Derajat kebebasan

K = Banyaknya kelas

R = Banyak keterkaitan

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut :

- 1) Apabila peluang lebih dari 5 %, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
- 2) Apabila peluang kurang dari 1 %, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.
- 3) Apabila peluang berada di antara 1% - 5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan

Tabel 2.3 Tabel nilai DK

Dk	$\alpha$ derajat kepercayaan							
	t0.995	t0.99	t0.975	t0.95	t0.05	t0.025	t0.01	t0.005
1	0.039	0.16	0.098	0.393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.1	0.201	0.506	0.103	5.991	6.783	9.21	10.6
3	0.717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.35	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.832	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.59	14.449	16.81	18.55
7	0.989	1.239	1.69	2.167	14.07	16.013	18.48	20.28
8	1.344	1.646	2.18	2.733	15.51	17.535	20.09	24.96
9	1.735	2.088	2.7	3.325	16.92	19.023	21.67	23.59

10	2.156	2.558	3.247	3.94	18.31	20.483	23.21	25.19
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.03	23.337	26.22	28.3
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.36	24.736	27.69	29.82
14	4.075	4.66	5.629	6.571	23.69	26.119	29.14	31.32
15	4.601	5.229	6.262	7.261	25	27.488	30.58	32.8
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.3	28.845	32	34.27
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.59	30.191	33.41	35.72
18	6.265	7.015	8.231	9.39	28.87	31.526	34.81	37.16
19	6.884	7.633	8.907	10.117	30.14	32.852	36.19	38.58
20	7.434	8.26	9.591	10.851	34.41	34.17	37.57	40
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.67	35.479	38.93	41.4

#### 2.4.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji *Smirnov–Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan non parametik (*non parametric test*). Karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur Uji *Smirnov–Kolmogorov* adalah :

1. Urutkan data pengamatan (dari data terbesar sampai yang terkecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n+1} \text{ dan } P(X_m) = 1 - P(X_i) \quad (2.16)$$

Dimana :

$P(X)$  = Peluang

$m$  = Nomor urut kejadian

$n$  = Jumlah data

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data (persamaan distribusi).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{sd} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X_m) \quad (2.17)$$

Dimana :

$P'(X_m)$  = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke-m yang didapat dari tabel

$X$  = Curah hujan harian

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata

$(t)$  = Distribusi normal standard

3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut.

$$D_{maks} = [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.18)$$

4. Tentukan harga  $D_0$  berdasarkan table nilai kritis *Smirnov – Kolmogorov*.

## 2.5 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan penyebab limpasan. Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik sebagai berikut :

- a. Kondisi hujan
- b. Luas dan bentuk daerah pengaliran
- c. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- d. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- e. Kebasahan tanah
- f. Tata guna lahan

Untuk menentukan koefisien pengaliran rata – rata, rumus yang digunakan adalah :

$$C = \frac{A_1C_1 + A_2C_2 + \dots + A_nC_n}{A_{total}} \quad (2.19)$$

Dimana :

C = Koefesien aliran rata – rata

An = Luas Daerah pengaruh hujan ke – n (km<sup>2</sup>)

Cn = Koefesien aliran pada tata guna lahan

A = Luas total DAS (km<sup>2</sup>)

## 2.6 Perhitungan Intensitas Hujan

Intensitas Hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan persatuan waktu, yang tergantung dari lamahujan dan frekuensi kejadiannya, yang diperoleh dari analisa data hujan.

Perhitungan intensitas hujan tergantung dari data yang tersedia. Hubungan intensitas waktu hujan yang banyak dirumuskan pada umumnya tergantung dari parameter kondisi setempat.

## 2.7 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Kirpich (1940) dalam Suripin (2004) mengembangkan rumus dalam memperkirakan waktu konsentrasi, dimana dalam hal ini durasi hujan diasumsikan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

$$tc = to + tf \quad (2.20)$$

Dengan:

tc = waktu konsentrasi (*jam*)

to = *overland flow time (inlet time)*

tf = *Channel flow time.*

## 2.8 Perhitungan Debit

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional.

$$Q = 0,278 C \cdot I \cdot A \quad (2.21)$$

Dimana:

$Q$  = laju aliran permukaan (debit) puncak (m<sup>3</sup>/dt)

$C$  = koefisien aliran permukaan ( $0 < C < 1$ )

$I$  = intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = luas DAS (km<sup>2</sup>)

## 2.9 Perhitungan Dimensi Saluran

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan perhitungan debit yang akan ditampung oleh daerah tersebut dan kondisi lapangan. Batasan dalam perencanaan saluran adalah sebagai berikut :

- a. Dalamnya aliran, luas penampang lintasan aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang.
- b. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi eksisting.

Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang sangat memuaskan.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/3} \quad (2.22)$$

$$Q = A \cdot V \quad (2.23)$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/3} \quad (2.24)$$

Dimana :

$Q$  = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)

$V$  = Kecepatan aliran (m/detik)

$A$  = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>)

$n$  = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran

$I$  = Kemiringan dasar saluran

Nilai kekerasan Manning dapat menjadi kekasaran gabungan apabila dalam suatu saluran ada lebih dari satu jenis bahan yang menyusun saluran tersebut. Misalnya saluran yang terbuat dari pasangan batu kali pada dinding sedangkan dasar saluran adalah tanah, untuk menentukan nilai kekasaran Manning gabungan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n_{gabungan} = \frac{(P_1 n_1^2 + P_2 n_2^2 + \dots + P_n n_n^2)^{1/2}}{p^{1/2}} \quad (2.25)$$

Dimana :

$P$  = Keliling basah

$n$  = Nilai kekasaran Manning

## 2.10 Gorong-gorong

Fungsi gorong-gorong adalah mengalirkan air melewati jalan raya, jalur rel kereta api, atau timbunan lainnya. Untuk itu desain untuk gorong-gorong juga harus mempertimbangkan factor hidrolis dan struktur supaya gorong-gorong dapat berfungsi mengalirkan air dan mempunyai daya dukung terhadap beban lalu lintas dan timbunan tanah.

## 2.11 Kriteria Hidrologi

a) Banjir rencana untuk bangunan drainase Tol

Bangunan Drainase	Periode Ulang Banjir (Tr)
Saluran Samping Tol	10 tahunan
Saluran Median Tol, Jalan local	5 tahunan
Gutter lereng talud	5 tahunan
Gorong-gorong pipa median	10 tahunan
Bangunan silang drainase (pipe culvert & Box Culvert)	25 tahunan
Box culvert sungai (Sungai Kecil; $Q < 200 \text{ m}^3/\text{det}$ )	50 tahunan
Jembatan Sungai (Sungai besar; $Q \geq 200 \text{ m}^3/\text{det}$ )	100 tahunan

b) Koefisien limpasan ( C )

Tataguna lahan	Jenis Lahan	Koef. Limpasan (C)
Perdagangan	Kota lama	0.75 – 0.95
	Pinggiran	0.50 – 0.70
Perumahan	Single family (desa)	0.30 – 0.50
	Multi unit terpisah (kota)	0.40 – 0.60
	Multi unit tertutup (kota padat)	0.60 – 0.75
Taman terbuka	Rumput & perdu	0.20 – 0.35
Jalan	Aspal	0.70 – 0.95
	Beton	0.80 – 0.95
	Batu	0.70 – 0.85

c) Data hujan

Jenis	Kriteria
Lokasi Stasiun hujan	Stasiun hujan terdekat
Periode data	Seri 10 tahun untuk prediksi hujan ekstrim sampai 25 tahunan
	Seri 20 tahun untuk prediksi hujan ekstrim 50 dan 100 tahunan

## 2.12 Kriteria Hidrolika

Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan 35 merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduk, goronggorong merupakan saluran tertutup (Suripin, 2004)

Menurut (Hilmi, 2018) Zat cair dapat diangkat dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun bantuan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup



bagian atasnya disebut saluran tertutup (closed conduits), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (open channels). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, goronggorong merupakan saluran tertutup.

Analisa Hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup.

Lengkung saluran Lengkung saluran yang diizinkan untuk saluran tanah bergantung kepada :

1. Ukuran dan kapasitas saluran
2. Jenis tanah
3. Kecepatan aliran

Jari-jari minimum lengkung pada as saluran harus diambil sekurang-kurangnya 8 kali lebar atas pada lebar permukaan air rencana. Jika jari-jari minimum dibutuhkan, maka saluran harus diberi pasangan. Panjang pasangan dibuat paling sedikit 4 kali kedalaman air pada tikungan saluran.

a) Dimensi Saluran dan bangunan air

Rumus yang digunakan	$Q = A.V;$ $V = 1/n.R^{2/3}S^{1/2}$ $R = A/P$
Geometri saluran	Sal. Pipa PVC untuk Jalan layang (FO) & Jembatan Sal. Pipa RCP untuk cross drain debit kecil & median Sal. Tipe-U dan Trapezium untuk saluran samping Sal. Box culvert untuk cross drain debit besar
Gradient saluran	$S \geq 0.50\%$ untuk sal.pipa PVC & RCP $S \geq 0.20\%$ untuk sal.tipe-U dan box culvert $S \geq 0.20\%$ □ untuk sal.trapezium
Muara saluran drainase tol	Terkoneksi dengan saluran drainase eksisting atau sungai eksisting.

b) Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe saluran	Baik	Jelek
<b>Saluran Buatan</b>		
1. Saluran tanah, rapi	0.020	0.025
2. Saluran tanah permukaan kasar	0.028	0.040
3. Saluran pasangan batu kali	0.020	0.030
4. Saluran beton	0.016	0.021
<b>Saluran Alam</b>		
1. Saluran tanah bersih rapi	0.028	0.033
2. Saluran tanah terdapat kerikil	0.033	0.040
3. Saluran berbatu dan ada tumbuhan	0.040	0.050
4. Saluran berbatu tidak teratur	0.050	0.060

c) Kecepatan Ijin Aliran (V)

Bahan saluran	Kecepatan Ijin (m/dt)
Saluran tanah	0.60 (maksimum)
Saluran lapis batukali	2.00 (maksimum)
Saluran beton	2.50 (maksimum)

d) Tinggi jagaan (free board)

Bangunan Air	Tinggi jagaan (m)
Jembatan (jarak dari level terendah jembatan atau bagian bawah girder ke level muka air banjir rencana)	1.00, tidak digunakan sebagai transportasi air, bendahanyutan berukuran kecil. 1.50, ada atau tidak ada transportasi air, benda hanyutan berukuran sedang dan besar 2.00, digunakan transportasi air, benda hanyutan berukuran besar
Tanggul sungai	1.50
Gorong gorong Pipa	0.2 D (D = diameter dalam pipa)
Box Culvert	0.2 H (H = tinggi bukaan box)

Saluran drainase	$Q < 0.5 \text{ m}^3/\text{dt}$ , $w = 0.30$ (minimum) $Q = 0.50 - 1.50$ $\text{m}^3/\text{dt}$ , $w = 0.50$ $Q = 1.50 -$ $5.00 \text{ m}^3/\text{dt}$ , $w = 0.60$ $Q = 5.00 - 10.00 \text{ m}^3/\text{dt}$ , $w = 0.70$ $Q = 10.00 - 15.00$ $\text{m}^3/\text{dt}$ , $w = 0.80$ $Q > 15.00$ $\text{m}^3/\text{dt}$ , $w = 1.00$  Untuk saluran yg dilapis, $w =$ menjadi setengahnya.
Saluran irigasi (relokasi)	disamakan dimensi saluran eksisting sesuai kapasitas saluran irigasi dan dipertimbangkan ruang kebutuhan pemeliharaan.

e) Inlet Drain Median

Penempatan : Superelevasi dan atau low point vertical Tebal  
genangan ijin : 1 cm (maksimum)

f) Drainase lereng (lokasi Galian atau Timbunan tinggi)

Penempatan : teras (bench) lereng  
Jenis saluran : saluran-U  
Saluran Peluncur : saluran-U + kolam olah di teras lereng;  
interval 50 m

### 2.13 Drainase

Menurut (Parse, 2019) Saluran drainase adalah sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air, baik kelebihan air yang berada diatas permukaan tanah maupun air berada dibawah permukaan tanah. Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan.

Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga wilayah sekitar

drainase tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu masyarakat. Dalam pembahasan lebih lanjut akan dititik beratkan pada drainase perkotaan sebab drainase lebih kompleks terdapat pada wilayah perkotaan. Genangan akan mengganggu masyarakat dalam melakukan aktivitas perekonomian. Banjir atau genangan yang terjadi bisa disebabkan oleh beberapa faktor, tapi yang lebih dominan biasanya adalah akibat perubahan tata guna lahan dan dimensi saluran drainase yang tidak memenuhi syarat. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai usaha untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase perkotaan/terapan merupakan drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota, menurut (Yamali et al., 2019)

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan (*Annual Maximum Series*). Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap mendekati hujan-hujan terbesar yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log-Pearson III dan Distribusi Gumbel. Setelah didapat curah hujan rencana dari keempat metode tersebut, maka diambil yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana, menurut (Yamali et al., 2019).

Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya, menurut Suripin dalam (Yamali et al., 2019)

Catchment Area (daerah tangkapan) adalah suatu daerah tangkapan hujan dimana batas wilayah tangkapannya ditentukan dari titik-titik elevasi tertinggi sehingga akhirnya merupakan suatu poligon tertutup, yang mana polanya disesuaikan dengan kondisi topografi, dengan mengikuti arah aliran air. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan

pemakaian, menurut Sri Harto dalam (Yamali et al., 2019). Koefisien Pengaliran (C) merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir disuatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut, menurut Subarkah dalam (Yamali et al., 2019)

Menurut (Ir. Adiwijaya, 2016) Dalam merencanakan sistem drainase jalan berdasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi: drainase permukaan (*surface drainage*) drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*).

Secara umum, pendekatan langkah perencanaan sistem drainase jalan yang berwawasan lingkungan adalah dimulai dengan memplot rute jalan yang akan ditinjau di peta topografi untuk mengetahui daerah layanan sehingga dapat memprediksi kebutuhan penempatan bangunan drainase penunjang seperti saluran samping jalan, fasilitas penahan air hujan dan bangunan pelengkap, dengan memperhatikan keberadaan lingkungan yang berkaitan dengan peluang ditematkannya bangunan peresap air atau penampung air. Juga harus memperhatikan pengaliran air yang ada di permukaan maupun yang ada di bawah permukaan dengan mengikuti ketentuan teknis yang ada tanpa mengganggu stabilitas konstruksi jalan.

### **2.13.1 Jenis - Jenis Drainase**

Menurut (Swandy, 2020) drainase dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- Drainase alamiah (Natural Drainage)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan bangunan penunjang, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai. Daerah-daerah dengan drainase alamiah yang relative bagus akan membantukan perlindungan yang lebih sedikit daripada daerahdaerah rendah yang tertindak sebagai kolam penampung bagi aliran dari daerah anak-anak sungai yang luas.

- Drainase buatan

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga

memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa-pipa.

- Drainase menurut konstruksinya

1. Saluran terbuka

Saluran terbuka lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

2. Saluran tertutup

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

- Drainase menurut sistem buangnya

1. Sistem terpisah (Separate Sistem)

Dimana air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah.

2. Sistem tercampur (Combined Sistem)

Dimana air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama.

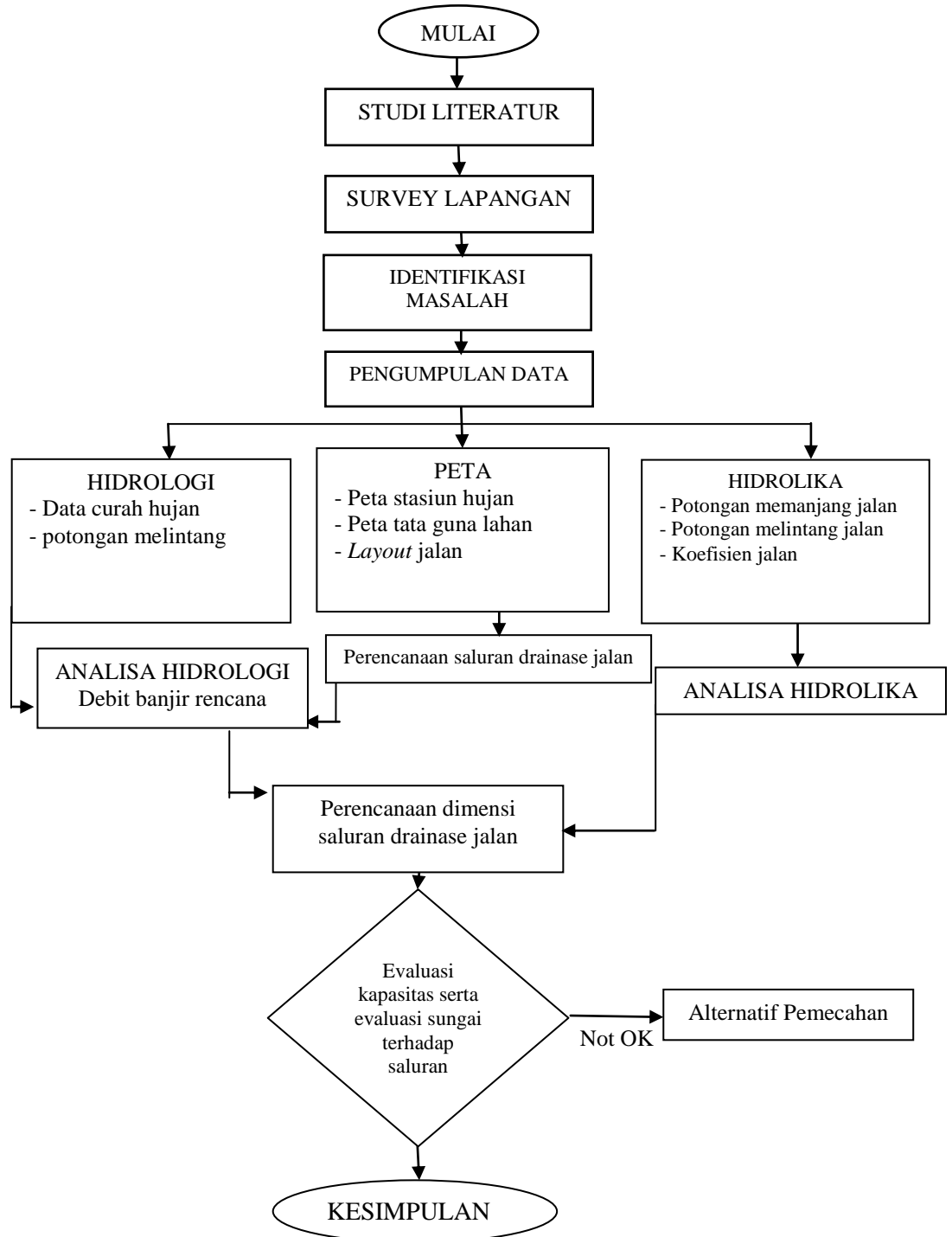
3. Sistem kombinasi (Pascudo Separate Sistem)

Merupakan perpaduan antara saluran air buangan dan saluran air hujan dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan, sedangkan air hujan berfungsi sebagai pengenceran penggelontor.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, diagram alir penelitian pada studi kasus ini dapat dilihat pada gambar 3.1.





### **3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian**

#### **1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian adalah pada Proyek Jalan tol Binjai – Langsa Zona 1 pada segmen 1 S.Wampu

#### **2. Waktu Penelitian**

Survei dilakukan yaitu pukul 09.00-11.30 WIB untuk pagi hari, pukul 12.30-15.30 WIB untuk siang hari, dan pukul 16.00-19.00 WIB untuk sore hari.

### **3.3 Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini, penulis melakukan analisa mengenai permasalahan yang terjadi yaitu menghitung debit limpasan yang terjadi di kawasan proyek, meninjau sistem drainase pada proyek, serta merencanakan bentuk dan dimensi penampang saluran serta bangunan pelengkap pada sistem drainase di proyek tersebut. Yang didukung dari data-data yang diperoleh dari kondisi lapangan secara langsung dan data-data dari pihak PT yang terlibat dalam proyek ini.

### **3.4 Penarikan Sampel**

Dalam penelitian ini secara keseluruhan pengambilan sampel data dilakukan dengan metode pengamatan secara langsung dengan mengacu kepada penelitian yang bersifat perbandingan. Sehingga peneliti menetapkan data-data primer dan skunder yang dibutuhkan pada penulisan tugas akhir ini dengan lokasi yang di tinjau S. wampu, Zona 1

### **3.5 Pengumpulan Data**

#### **3.5.1 Data Primer**

Data primer diperoleh dari hasil melakukan pengamatan terhadap debit air yang terjadi di drainase yang digunakan dilapangan, memantau metode

pelaksanaan yang di terapkan dilapangan, dan juga mengamati progress yang berjalan

### **3.5.2 Data Sekunder**

Data sekunder diperoleh dari instansi atau perusahaan terkait, dalam hal ini PT. Utama Karya dan beberapa pihak yang terkait dalam proyek ini, data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data hidrologi, peta dan hidrolika.

### **3.6 Analisa Data**

Setelah dilakukan pengamatan dan mendapatkan data primer serta data skunder. Pada tahapan ini dilakukan analisa hidrologi, analisis hidrolika, dan merencanakan dimensi saluran drainase.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Pengumpulan Data Sekunder

Kegiatan pengumpulan data sekunder diperoleh dari berbagai instansi pemerintah dan jenisnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Data Hujan Bulanan Stasiun Belawan

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Now	Des
2010	55	16	3	1	62	26	87	110	75	106	74	203
2011	62	19	97	56	43	0	49	49	28	89	55	77
2012	53	29	70	54	56	27	56	46	71	100	92	40
2013	47	73	56	38	26	36	31	94	82	68	58	98
2014	5	14	51	35	66	33	64	0	49	78	63	112
2015	74	64	32	60	46	33	46	59	57	98	107	29
2016	66	99	102	44	99	49	46	48	159	83	60	62
2017	36	63	61	45	55	51	73	63	92	63	63	201
2018	91	13	23	64	62	54	160	33	102	151	30	71
2019	51	96	33	55	127	74	37	32	118	78	65	81
2020	52	23	56	84	131	95	63	47	76	74	55	89

##### 4.1.2 Kondisi Topografi

Kondisi topografi diterangkan per segmen ruas tol yaitu antar simpang susun sebagai berikut.

Segmen 1 (12.4 km) yaitu awal proyek (sta.0+349/SS.Binjai – sta.12+800/SS. Stabat) berada pada topografi yang kemiringan landai mulai dari elevasi tertinggi 18.190 dan terendah 8.510 dimana posisi cekungan berada di sta.6+500 – sta.8+400 (S.Rotan) atau sepanjang 1.90 km.

Simpang Susun Stabat (sta.12+300) berada pada topografi yang kemiringan landai ke arah awal jalan akses mulai dari elevasi tertinggi 13.636 (SS.Stabat) dan terendah 10.605, bertemu dengan jalan Nasional di elevasi 11.500.

## 4.2 Analisis Hidrologi

Analisa frekwensi peluang hujan ekstrim diprediksi dengan menggunakan metode Log Pearson Type III dan Gumbel sehingga dapat menentukan prediksi kala ulang (return period) kejadian tertentu sesuai yang dikehendaki berdasarkan prosentase resiko yang ditanggung.

Kala ulang (return period) didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu yang ditentukan.

### 4.2.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

#### ➤ Distribusi Log Person III

Tabel 4.2 Analisa curah hujan dengan distribusi log person III

No	X	LogXi	Log X	Log Xi – Log X	$(\text{Log Xi} - \text{Log X})^2$	$(\frac{\text{Log Xi} - \text{Log X}}{\text{Log X}})^3$
1	203	2.3075	2.1176	0.1899	0.0361	0.0068
2	97	1.9868	2.1176	-0.1309	0.0171	-0.0022
3	100	2.0000	2.1176	-0.1176	0.0138	-0.0016
4	98	1.9912	2.1176	-0.1264	0.0160	-0.0020
5	112	2.0492	2.1176	-0.0684	0.0047	-0.0003
6	107	2.0294	2.1176	-0.0882	0.0078	-0.0007
7	159	2.2014	2.1176	0.0838	0.0070	0.0006
8	201	2.3032	2.1176	0.1856	0.0344	0.0064
9	160	2.2041	2.1176	0.0865	0.0075	0.0006
10	127	2.1038	2.1176	-0.0138	0.0002	0.0000
11	131	2.1173	2.1176	-0.0004	0.0000	0.0000
Jumlah	1495	23.2939			0.1446	0.0076

Dari data-data diatas di dapat  $\bar{X} = \frac{1495}{11} = 135,909$

$$\text{Devisi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.1446}{11}} = 0.1202$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kemencengan (Cs)} &= \frac{n \times \sum(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \\ &= \frac{11 \times 0.0076}{(11-1)(11-2)(0.1202)^3} \\ &= 0.0568 \end{aligned}$$

- Untuk T = 5 Tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$   
 $\text{Log } X^5 = 23,2939 + (-0.0157 \times 0.1202)$   
 $= 2.1157$   
 $X^5 = 130,54 \text{ mm}$
- Untuk T = 10 Tahun  
 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S)$   
 $\text{Log } X^{10} = 23,2939 + (0.8364 \times 0.1202)$   
 $= 2.2182$   
 $X^{10} = 165,27 \text{ mm}$

Tabel 4.3 Analisa curah hujan rencan dengan distribusi log person iii

NO	T	K	Log X	Log XT	S	Curah Hujan (mm)
1	2	-0.0157	2.1176	2.1157	0.1202	130.54
2	5	0.8364	2.1176	2.2182	0.1202	165.27
3	10	1.2913	2.1176	2.2729	0.1202	187.45
4	20	1.7825	2.1176	2.3320	0.1202	214.76
5	50	2.1030	2.1176	2.3705	0.1202	234.69
6	100	2.3945	2.1176	2.4055	0.1202	254.42

➤ Distribusi Gumbel

Tabel 4.4 Analisa curah hujan dengan distribusi gumbel

No	Curah Hujan (mm) Xi	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{X})^2$
1	203	67.091	4501.190
2	97	-38.909	1513.917
3	100	-35.909	1289.463
No	Curah Hujan (mm) Xi	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{X})^2$
4	98	-37.909	1437.099

5	112	-23.909	571.645
6	107	-28.909	835.736
7	159	23.091	533.190
8	201	65.091	4236.826
9	160	24.091	580.372
10	127	-8.909	79.372
11	131	-4.909	24.099
Jumlah	1495		15602.909
$\bar{X}$	135.909		

Dari data-data diatas di dapat  $\bar{X} = \frac{1495}{11} = 135,909$

$$\text{Devisi Standart (S)} = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.1446}{11}} = 0.1202$$

Menghitung logaritma curah hujan dengan distribusi Ej Gumbel

- $\text{Log } X_T = \text{Log } X + K.S$
- $Y_n = 0,4996$  (tabel)
- $S_n = 0,9676$  (tabel)

Untuk periode ulang (T) 2 tahun dengan  $Y_{TR} = 0.36651$

$$K = \frac{0.36651 - 0.4996}{0.9676} = -0.1375$$

$$X_T = \bar{X} + (S)$$

$$X_T = 135.909 + (-0.1375 \times 39.501)$$

$$X_T = 130.5 \text{ mm}$$

Tabel 4.5 Analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbel

No	Periode ulang (T) tahun	YTR	Yn	Sn	$\bar{X}$	S	Curah hujan (XT)
1	2	0.36651	0.4996	0.9676	135.909	39.501	130.5
2	5	1.49994	0.4996	0.9676	135.909	39.501	176.7
No	Periode ulang (T) tahun	YTR	Yn	Sn	$\bar{X}$	S	Curah hujan (XT)

3	10	2.25037	0.4996	0.9676	135.909	39.501	207.4
4	20	3.19853	0.4996	0.9676	135.909	39.501	246.1
5	50	3.90194	0.4996	0.9676	135.909	39.501	274.8
6	100	4.60015	0.4996	0.9676	135.909	39.501	303.3

Untuk keperluan analisa debit banjir suatu sistem sungai diperlukan data hujan daerah yaitu dengan merata rata hitung kedua metode tersebut, lihat tabel berikut.

Tabel 4.6 Hujan Ekstrim Rencana Trase Tol Binjai-Langsa

Stasiun Hujan	Metode	Periode Ulang (Tr)						Rmax absolut	Rth (mm)
		2	5	10	25	50	100		
Belawan	Gumbel	143.55	248.05	317.24	404.66	469.51	533.89	318.83	2231.81
	Log Pearson Type III	138.57	205.59	253.79	318.59	369.56	422.96		
	Hujan Rencana	141.06	226.82	285.51	361.63	419.54	478.42		

### 4.3 Debit Banjir Rencana

#### 1) Sungai Wampu, sta.23+291

Sungai Wampu di titik crossing jalan tol (lihat gambar 3.1) mempunyai catchment area (CA) = 3222.02 km<sup>2</sup>, panjang sungai (Ls) = 139.30 km. Penampang sungai dititik yang sama mempunyai lebar atas (B) = 126 m dan kedalaman (H) = 6.0 m

Perkiraan koefisien limpasan berdasarkan kondisi tata guna lahan eksisting sebesar (C)=0.35-0.40. Untuk keperluan desain muka air banjir sungai untuk Tol, angka koefisien limpasan menjadi C=0.60 dengan periode ulang Tr=100 tahunan, Tinggi jagaan minimal w=2.0m.

Perhitungan debit banjir S.Wampu menggunakan Unit hidrograf sintetis metode Nakayasu dengan parameter tersebut diatas, dapat dilihat pada perhitungan berikut.

- Distribusi hujan Jam-jaman rencana

Tabel 4.7 Distribusi hujan jam-jaman rencana

Periode Ulang Tr (th)	Nama Sungai	Hujan Wilayah Rt (mm)	Konversi Reduksif	Hujan Daerah Rt = R24 (mm)	Ratio R6/R24	Hujan Daerah R6 (mm)	Hujan Jam ke -					
							R1	R2	R3	R4	R5	R6
							Prosentase Distribus (%0)					
							8	14	48	14	8	8
10	S. WAMP U	197.42	1.00	197.42	1.00	197.42	15.79	27.64	94.76	27.64	15.79	15.79
25		230.42	1.00	230.42	1.00	230.42	18.43	32.26	8.85	32.26	18.43	18.43
50		254.75	1.00	254.75	1.00	254.75	20.38	35.66	9.78	35.66	20.38	20.38
100		278.86	1.00	278.86	1.00	278.86	22.31	39.04	10.71	39.04	22.31	22.31

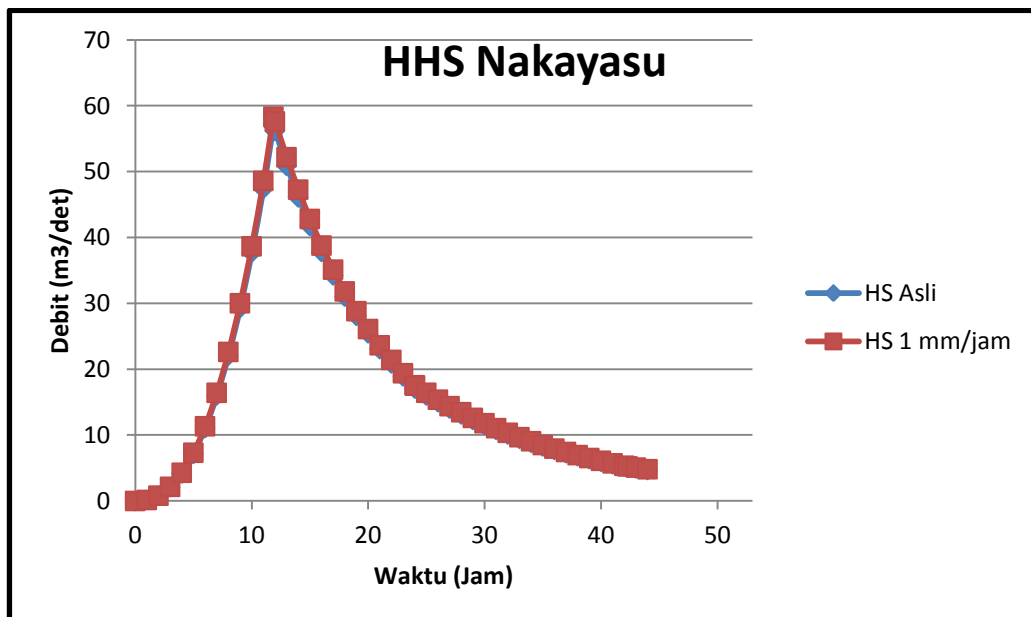


- Debit Banjir rencana
  - Luas DAS (A) = 3222,02 km<sup>2</sup>
  - Panjang Sungai Utama (L) = 139.3 km
  - Hujan Satuan (R0) = 1 mm
  - Waktu Konsentrasi (Tg) = 0.4 + 0.058 x 139.3  
= 8.4794 jam
  - $\alpha$  = 0.47 x (3222.02 x 139.3)<sup>0.25</sup>/8.4794  
= 1.434671
  - Satuan waktu hujan (Tr) = 0.5 x 8.4794  
= 4.2397 jam
  - Waktu Puncak = 8.4794 + (0.8 x 4.2397)  
= 11.87116 jam
  - Parameter hidrograf
    - T<sub>0.3</sub> = 1.434671 x 8.4794  
= 12.16515 jam
    - 0.5 x T<sub>0.3</sub> = 6.082578 jam
    - 1.5 x T<sub>0.3</sub> = 18.24773 jam
    - 2.0 x T<sub>0.3</sub> = 24.33031 jam
    - 2.5 x T<sub>0.3</sub> = 30.41289 jam
  - TP + T<sub>0.3</sub> = 24.03631 jam
  - TP + T<sub>0.3</sub> + 1.5 T<sub>0.3</sub> = 42.28405 jam
  - Debit puncak = 56.91064 mm<sup>3</sup>/det

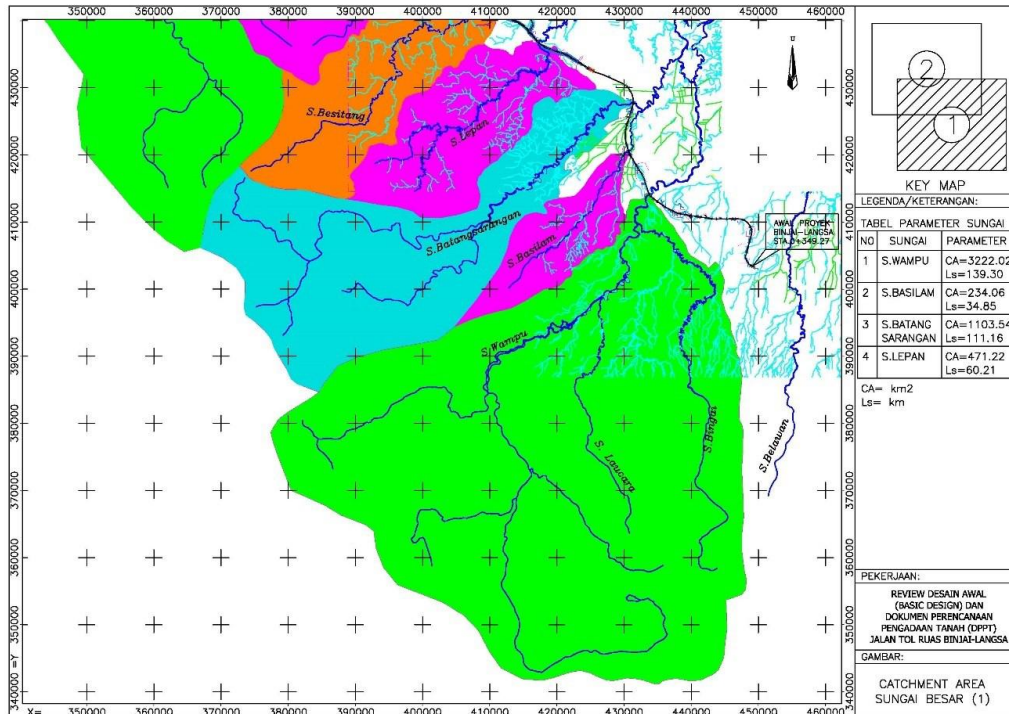
Tabel 4.8 HS Sintetik Nakayasu

R0		
T	Qt	Q Koreksi
(jam)	(m3/det)	(m3/det)
0	0	0
1	0.15011	0.153953
2	0.792286	0.812566
3	2.096529	2.150195
4	4.18171	4.28875
5	7.143943	7.326808
6	11.06555	11.3488
7	16.01936	16.42941
8	22.0712	22.63616
9	29.28141	30.03093
10	37.70596	38.67112
11	47.39717	48.6104
<b>11.87116</b>	<b>56.91065</b>	58.3674
12	56.18958	57.62788
13	50.89488	52.19765
14	46.0991	47.27911
15	41.75522	42.82404
16	37.82066	38.78876
17	34.25685	35.13373
18	31.02885	31.82311
19	28.10503	28.82444
20	25.45672	26.10834
21	23.05795	23.64817
22	20.88522	21.41982
23	18.91722	19.40145
24	17.13467	17.57327
<b>24.03631635</b>	17.07319	17.51022
25	16.02142	16.43152
26	14.99845	15.38237
27	14.04081	14.40021
28	13.1443	13.48076
29	12.30504	12.62002
30	11.51937	11.81423
31	10.78386	11.0599
32	10.09531	10.35373
33	9.450731	9.692643
34	8.847304	9.07377

R0		
T	Qt	Q Koreksi
(jam)	(m3/det)	(m3/det)
35	8.282406	8.494412
36	7.753576	7.952046
37	7.258512	7.44431
38	6.795058	6.968992
39	6.361195	6.524024
40	5.955034	6.107466
41	5.574807	5.717506
42	5.218857	5.352445
<b>42.28405088</b>	5.121958	5.253066
43	4.943673	5.070217
44	4.704992	4.825426
<b>Jml Q (m3/det)</b>	<b>872.6677</b>	<b>895.0056</b>
<b>VLL (m3)</b>	<b>3141604</b>	<b>3222020</b>
<b>TLL (mm)</b>	<b>0.975</b>	<b>1.000</b>

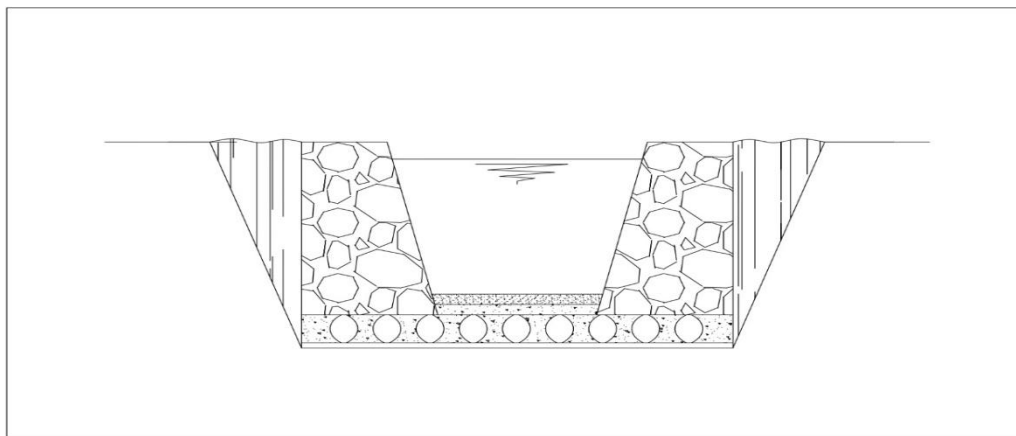


Gambar 4.1 Grafik HHS Nakayasu



Gambar 4.2 Catchmen area ruas awal tol

#### 4.4 Penampang Drainase



Penampang : Trapesium susun

Trapesium bawah :

- Lebar dasar (B1) : 100 m
- Kedalaman (h1) : 3 m
- Lereng talud (z1) : 1

Trapesium bawah

• Lebar berm (Br)	: 20 m
• Lebar dasar (B2)	: 146 m
• Lereng talud (z2)	: 1
• Kedalaman air (H2)	: 6 m
Slope (S)	: 0.50%
Koef kekerasan saluran	: 0.030
Luas penampang (A)	
• Luas penampang bawah (A1)	: 309.00 m <sup>2</sup>
• Luas penampang atas (A2)	: 912.00 m <sup>2</sup>
• Luas penampang total	: 1221.00 m <sup>2</sup>
Keliling basah (P)	
• Keliling basah bawah (P1)	: 108.49 m
• Keliling basah atas (P2)	: 56.97 m
• Keliling basah total	: 165.46 m
Jari-jari hidrolis (R/P)	: 7.28 m
Qf	: 56.91064 mm <sup>3</sup> /det
Q bgn: (syarat Qbgn>Qf)	: 10908.59 m <sup>3</sup> /det (Ok!)

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penulisan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol Ruas Binjai – Langsa zona 1 sebagai berikut :

1. Besarnya debit limpasan yang terjadi di kawasan Proyek Pembangunan Jalan Tol Binjai – Langsa Zona 1 dapat diketahui dari hasil perhitungan hidrologi pada masing-masing titik kontrol saluran.

$$Q_f \quad : 5691.064 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{bgn} \quad : 10908.59 \text{ m}^3/\text{det}$$

(syarat  $Q_{bgn} > Q_f$ ) Ok

2. Jaringan (Sistem) drainase pada jalan tol ini mengikuti kemiringan muka air atau mengalir secara grafitasi menuju outlet.
3. Besarnya dimensi penampang saluran drainase tergantung dari besarnya debit hidrologi yang akan dialirkan. Dalam perencanaan ini saluran-saluran drain didesain sebagai saluran terbuka berbentuk persegi baik itu untuk saluran-saluran tepi dan gorong-gorong. Tinggi banjir rencana (h) ditentukan dari tinggi muka air bangunan *box culvert cross drain* tol. Jika diasumsikan dasar (*invert*) saluran berada 1-1.5 m dari lahan, maka dapat diprediksi muka air banjir diatas lahan.

#### 5.2 Saran

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini diantara lain adalah:

1. Bagi pembaca, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan terkait “Perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol Ruas Binjai – Langsa zona 1” (melakukan penelitian) maka perlu modifikasi variabel-variabel independen baik menambah variabel atau menambah time series datanya. Sehingga akan lebih objektif dan bervariasi dalam melakukan penelitian.
2. Bagi pemerintah, sebagai acuan dalam pengambilan perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol selanjutnya.
3. Dalam upaya perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol Ruas Binjai – Langsa zona 1, pemerintah hendaknya meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Semakin tinggi sumber daya manusia maka akan mempercepat pembangunan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rahadian, F., Suhardono, A., Zenurianto, M., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., ... Negeri, P. (1995). Perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan jalan tol gempol paket i, *9*(1), 47–54.
- Pratama, Y. A., Hidayatullah, U., Edhisono, S., & Kurniani, D. (2017). ANALISIS SISTEM DRAINASE JALAN TOL, *6*.
- Seksi, S., Maulani, H., & Atmojo, P. S. (2018). PERENCANAAN SISTEM DRAINASE JALAN TOL BALIKPAPAN-, *7*, 50–61.
- Krisdiyanto, A. (2005). PERENCANAAN RIGID PAVEMENT DAN DRAINASE JALAN TOL SEMARANG – BAWEN PAKET IV.
- Syamsuri, A. M., Agusalm, M., Teknik, F., Makassar, U. M., & Selatan, S. (2019). Analisis debit limpasan pada perencanaan sistem underground drainage jalan lingkar tengah makassar, *4*(2), 109–115.
- Kurdianto, C., Kholik, A., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., Majalengka, U., ... Majalengka, U. (2019). ISSN : 2528-3820 Website : <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/ST>.
- Konsultansi, J., Desain, P., Review, A., Design, B., Studi, B. A. B., & Lintas, L. (n.d.). Laporan Akhir.
- Suryapraja, D. (2011). Tugas akhir rc09-1380 perencanaan sistem drainase pada proyek pembangunan jalan tol surabaya-mojokerto seksi ia.
- Drainase, P., Lingkar, J., Timur, L., Ziantono, D. H., Sipil, D. T., Teknik, F., & Dan, S. (2017). Nip. 19530302 198701 1 001, *1*.
- Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Pasir, U. (n.d.). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE (Studi Kasus Desa Rambah), (1).
- Muttaqin, A. Y. (2006). Kinerja sistem drainase yang berkelanjutan berbasis partisipasi masyarakat
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Educational Building*, *2*(2), 41–49. <https://doi.org/10.24114/eb.v2i2.4494>
- Swandy, I. (2020). *Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Tanah Enam Ratus Kecamatan Medan Marelan Kota Medan*



*(Studi Kasus).*

Untuk, D., Syarat, M., Sarjana, U., & Sipil, T. (2016). *TUGAS AKHIR NUGRAHA EVALUASI SISTEM DRAINASE DI KAWASAN JALAN KABUPATEN DELI SERDANG.*

Yamali, F. R., Syakban, A., & Sugianto, E. (2019). Analisis Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir pada Kecamatan Jambi Timur. *Jurnal Civronlit Unbari*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v4i1.42>

## LAMPIRAN



Gambar 1 Lokasi survei Tol Binjai – Langsa Zona 1



Gambar 2 Lokasi survei Tol Binjai-Langsa Zona



Gambar 3 Lokasi sungai S.Wampu



Gambar 4 Lokasi Sungai Wampu



Gambar 5 Lokasi Proyek Binjai-Langsa Zona 1

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Yora Rona Purnama Meuraxa  
Nama Panggila : Yora  
Tempat, Tanggal Lahir : Sinabang, 19 Mei 2000  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat : Desa Suka Karya Kec. Simeulue Timur  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Suherman Meuraxa  
Ibu : Yosi Maryanti  
No Hp : 085271909869  
Email : yorameuraxa@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210027  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

<b>Tingkat Pendidikan</b>	<b>Nama dan Tempat</b>	<b>Tahun</b>
Sekolah Dasar	SDN 08 SIMEULUE TIMUR	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 01 SIMEULUE TIMUR	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMA NEGERI 1 SIMEULUE TIMUR	2014 - 2017

### ORGANISASI

**Informasi**  
BPH-IMM

**Tahun**  
PERIODE 2018 - 2020