

**ANALISA PENAMPANG DRAINASE PADA JALAN DI
TIGARUNGGU KABUPATEN SIMALUNGUN**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu
(S-1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas HKBP Nommensen Medan*

Disusun oleh:

FEBRYANTO SIMARMATA
19310078

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 19 April 2024 dan
dinyatakan telah lulus sidang sarjana

Disahkan oleh:

Dosen Pembimbing I



Dody Riris Rotua Saragi, ST., MT., IPM., ACPE

Dosen Pembimbing II



Humisar Pasaribu, ST., MT

Dosen Penguji I



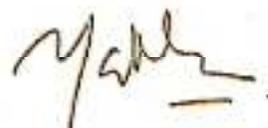
Nurvita LM Simanjuntak, ST., M.Sc

Dosen Penguji II



Bartholomeus, ST., MT

Ketua Program Studi



Yetty Riris Rotua Saragi, ST., MT., IPM., ACPE

Yetty Riris Rotua Saragi, ST., MT., IPM., ACPE



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri dan pertumbuhan kota menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap drainase perkotaan. Sebagai contoh adalah perkembangan kawasan hunian yang disinyalir sebagai penyebab banjir dan genangan di lingkungan sekitarnya

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*underground water*) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan suatu perkotaan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sisen drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan air yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomis.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal dan drainase juga dapat diartikan untuk mengontrol kualitas air tanah.

Sistem jaringan drainase disuatu kawasan sudah semestinya dirancang untuk menampung debit aliran yang normal, terutama pada saat musim hujan sering terjadi peningkatan debit aliran maka kapasitas sistem yang ada tidak bisalagi menampung debit aliran sehingga mengakibatkan banjir disuatu kawasan. Sedangkan penyebab meningkatnya debit antara lain yaitu tingginya intensitas curah hujan dan lamanya waktu konsentasi sehingga dapat dihitung untuk besar aliran dengan faktor-faktor nilai atau harga yang berbeda-beda diluar kebiasaan, perubahan tata guna lahan. Kerusakan lingkungan pada daerah tangkapan air di suatu kawasan.

Banjir sering terjadi pada wilayah umumnya air hujan yang turun akan dialirkan air masuk ke sungai, kontur lahan yang terdapat di daerah direncanakan agar air hujan yang turun mengalir kedalam saluran-saluran.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah untuk melakukan penelitian ini berdasarkan keadaan yang telah dibahas pada latar belakang di atas maka dapat dirumuskan dari penelitian ini adalah

bagaimana analisa dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase di Jalan Tigarunggu Kabupaten Simalungun

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian yaitu di ruas jalan Tigarunggu Simalungun.
2. Kerusakan jalan pada perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) jalan yang dikaji hanya diakibatkan oleh Drainase, yang masih banyak mengalami kerusakan dan masih banyak tersumbat, sehingga drainase tidak berfungsi maksimal dan menyebabkan genangan pada ruas jalan di Kota Tigarunggu Kabupaten Simalungun

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan yang diambil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisa penampang atau analisa dimensi drainase yang efektif untuk sistem drainase Di Jalan Tigarunggu Kabupaten Simalungun

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan bagi masyarakat Kota tigarunggu Simalungun dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan yang diakibatkan saluran drainase. Serta memberikan bahan referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil dan peneliti, serta akademisi dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan yang diakibatkan saluran drainase.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase

(Hasmar,2012), drainase adalah pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat. Pembuangan dapat dilakukan dengan mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase merupakan bagian penting dalam penataan sistem air di bidang tata ruang. Drainase juga merupakan sebuah konstruksi yang menjadi media dari satu titik ke titik lain yang dinilai sangat penting untuk membantu proses pengaloran seperti curah hujan, agar tidak terjadi genangan air maupun banjir.

Anisah Lukman (2018), drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan atau aliran awal dari wilayah meliputi : pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, serta pelabuhan dan udara.

2.1.1. Manfaat Drainase

Adapun manfaat drainase menurut Muttaqin 2011 adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi kemungkinan banjir.
2. Mengendalikan permukaan air tanah.
3. Mengendalikan erosi tanah.
4. Mencegah kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
5. Mengeringkan daerah becek dan genangan air.
6. Mengendalikan akumulasi limpasan air hujan yang berlebih.
7. Untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan yang ideal.
8. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat

2.2 Drainase Perkotaan

Sebagai salah sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase perkotaan yang ada dikenal dengan dengan istilah sistem perkotaan. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada di kawasan kota (Suripin, 2004). Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

- a. Pemukiman
- b. Kawasan industri dan perdagangan
- c. Kampus dan sekolah
- d. Rumah sakit dan fasilitas umum
- e. Lapangan olahraga
- f. Lapangan parkir
- g. Pelabuhan udara

2.2.1 Sistem Drainase Perkotaan

Standar dan sistem penyediaan drainase kota sistem penyediaan jaringan drainase terdiri dari, yaitu (Hamsar, 2002).

1. Sistem drainase utam merupakan sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat kota.
2. Sistem drainase lokal merupakan sistem drainae perkotaan yang melayani kepentingan sebagian kecil warga masyarakatkota,

3. Sistem drainase terpisah merupakan sistem yang mempunyai jaringan saluran pembuangan terpisah untuk air permukaan atau air limpasan.
4. Sistem gabungan merupakan sistem yang mempunyai jaringan saluran pembuangan yang sama, baik untuk air genangan air limpasan yang telah diolah.

2.2.2 Sistem Jaringan Drainasen Perkotaan

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, (Suripin, 2004).
Yaitu:

1. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran atau badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major sistem*) atau drainase primer.

2. Sistem Drainase Mikro

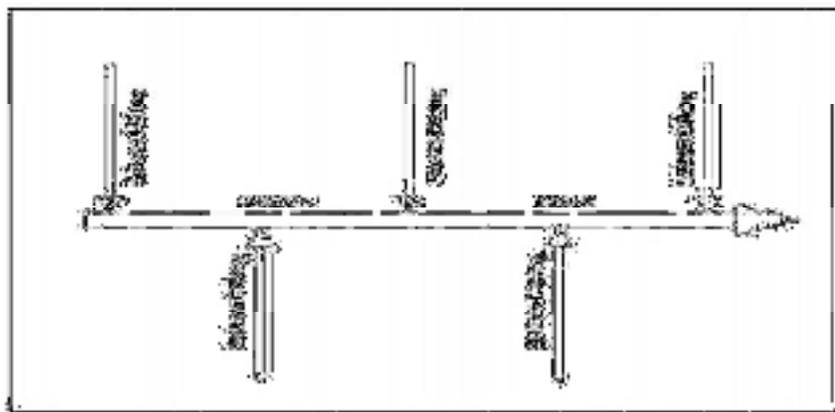
Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2,5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada.

2.2.3 Pola Jaringan Drainase

Beberapa pola jaringan drainase menurut Rozaqi Ahmad (2018) meliputi:

a. Jaringan Siku

Jaringan yang dibuat pada daerah topografi sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sekitar terlihat pada Gambar 2.1.

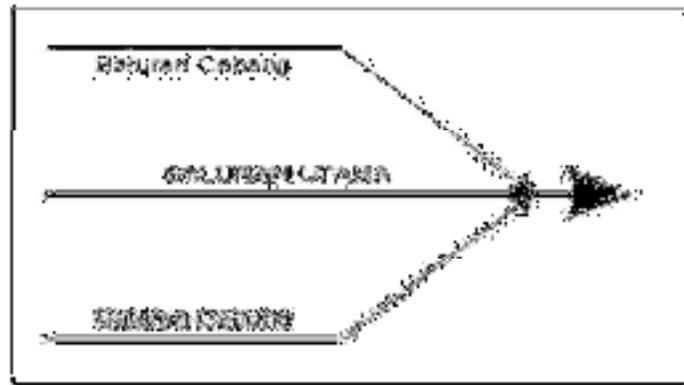


Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

(Sumber: Hasmar, 2012)

b. Jaringan Drainase Paralel

Jaringan yang memiliki saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Biasanya memiliki jumlah cabang yang cukup banyak dan pendek-pendek seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Paralel

(Sumber: Hasmar, 2012)

c. Drainase Grid Iron

Jaringan ini diperuntukkan untuk daerah pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama dapat dilihat pada Gambar 2.3.

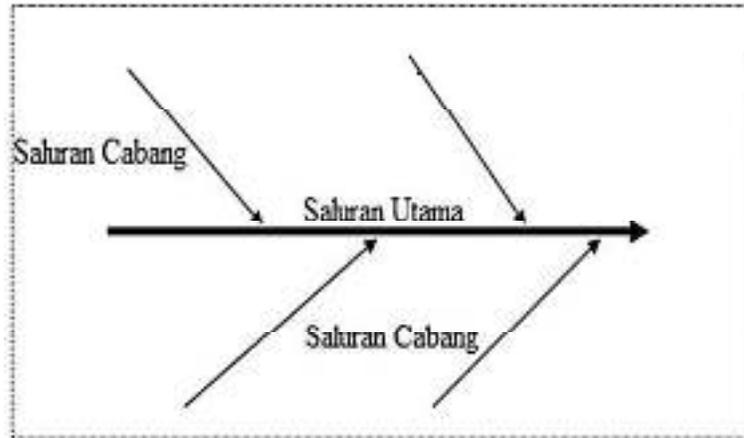


Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase Alamiah

(Sumber: Hasmar, 2012)

d. Jaringan Drainase Alamiah

Seperti jaringan drainase siku, hanya saja pada pola alamiah ini beban lahan daerahnya lebih tinggi terlihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

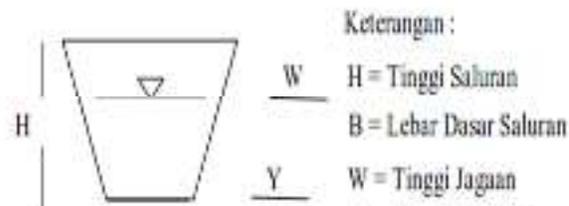
(Sumber: Hasmar, 2012)

2.3. Bentuk Penampang Saluran

Adapun bentuk-bentuk saluran untuk drainase menurut (Suripin, 2004) tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya. Dalam perencnssn dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai. Adapun saluran antara lain :

2.3.1. Trapesium

Pada umumnya saluran ini terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutupi kemungkinan dibuat dari pasangan dari batu dan beton. Saluran ini memerlukan cukup ruang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan serta air buangan domestik dengan debit yang besar.



Keterangan :

H = Tinggi Saluran

B = Lebar Dasar Saluran

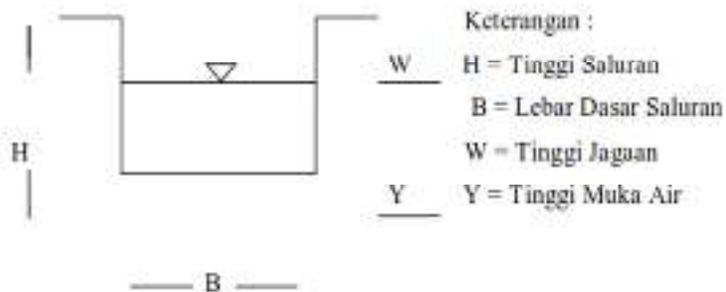
Y = Tinggi Jaguan

(Sumber : Suripin, 2004)

Penampang Trapesium

2.3.2. Persegi

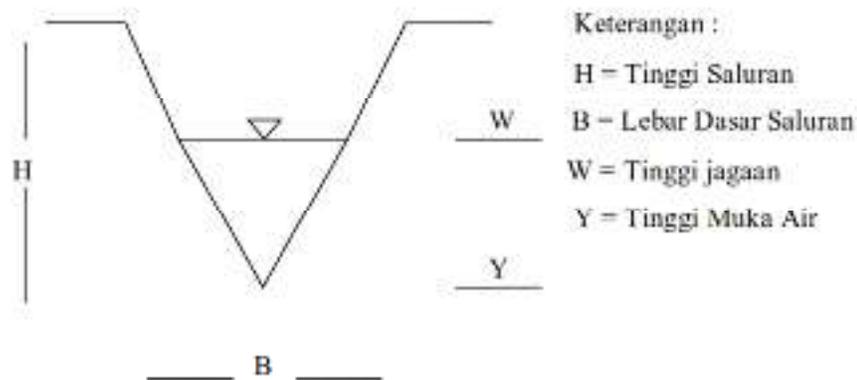
Saluran ini terbuat dari pasangan batu dan beton. Beton saluran ini tidak memerlukan banyak ruang dan atel. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan serta air buangan domestik dengan debit yang besar



Penampang Persegi (Sumber : Suripin, 2004)

2.3.3. Segitiga

Saluran ini sangat jarang digunakan tetapi mungkin digunakan dalam kondisi tertentu :



Penampang Segitiga (Sumber : Suripin, 2004)

2.3.4. Jenis-jenis drainase

Menurut Hadi Hardjaja dalam jurnal Dimitri Fairizi (2005), drainase dikelompokkan sebagai berikut :

a. Menurut sejarah terbentuknya

1. Drainase alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alamiah dan tidak terdapat bangunan-bangunan, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat dan laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

2. Drainase buatan

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu, gorong-gorong, dan pipa.

b. 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.

3. Drainase menurut sistem buangnya

1). Sistem terpisah (*Separate Sistem*)

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

2). Sistem tercampur (*Combined Sistem*)

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

3). Kombinasi (*Pascudo Separate Sistem*)

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

pengenceran penggelentor. Kedua saluran ini tidak bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpindah interceptor.

2.4 Keadaan Drainase

Menurut Kusumo (2009), Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca. Adanya aliran air disekitar badan jalan dapat mengakibatkan rembesan air ke badan jalan, yang dapat menyebabkan ikatan antar butir-butir agregat dan aspal lepas lebih sehingga lapisan perkerasan tidak lagi kedap air dan rusak.

1. Perubahan kadar air mempengaruhi sifat daya dukung tanah dasar.
2. *Fluktuasi* adalah ketinggian muka air tanah.
3. Infiltrasi air melalui permukaan perkerasan atau bahu jalan.
4. Rembesan air dai tempat yang lebih basah ketempat yang lebih kering.
5. *Presipitasi* (hujan) dan intensitas hujan sehubung dengan iklim setempat.
6. Sifat kapilaritas dari tanah dasar jika tanah dasar mempunyai kadar rendah dan dibawahnya terdapat air tanah.
7. Intensitas aliran air ditentukan juga oleh kondisi drainase disekitar badan jalan tersebut.

2.5 Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakkan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedangkan pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh gradient tekanan. Sehingga masih dapat dipergunakan persamaan saluran tertutup untuk digunakan W-SDA (Sumber : Kriteria Perencanaan Saluran (Kusumo, 2009)

1. Daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan)
2. Daerah yang lalulintas pejalan kakinya padat
3. Lahan yang dipakai untuk lapangan parkir

Kriteria-kriteria penting untuk saluran tertutup atau terowongan adalah :

1. Topografi
2. Geologi
3. Keadaan tanah
4. Kondisi air tanah

2.6 Penampang Persegi Paling ekonomis

Menurut Suripin, (2004) Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h, penampang basah $A = B \times h$ dikelilingi basah P. Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adakah jika kedalaman setengah dari lebar saluran dasar atau jari - jarinya hidroliknya setengah dari kedalaman air. Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis dapat dilihat pada rumus berikut:

$$A=B \times h \quad 2.1$$

Leliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + b \quad 2.2$$

Jari-jari hidrolik R:

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b+2h} \quad 2.3$$

Kecepatan aliran V

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

$$(V) = \frac{1}{n} R^{2/3} \times S^{1/2} \quad 2.4$$

Debit saluran:

$$(Q) = A \times V \quad 2.5$$

Dengan adanya penampang persegi, berikut ini terdapat koefisien manning atau Harga n. dimana angka tersebut dapat menghambat kecepatan aliran air dalam saluran dan menyebabkan kekurangan nilai kecepatan dan debit aliran air dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Harga n (Angka Kekasaran Manning)

Harga n untuk rumus manning

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1	Saluran Tanah, Lurus Teratur	0,023	0,020	0,023	0,0225
2	Saluran Tanah yang dibuat dengan Excavator	0,023	0,028	0,030	0,040

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, teratur	0,035	0,040	0,045	0,040
5	Seluruh bantuan yang dibedakan ada tumbuh tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran bebatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
8	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
9	Bersih lurus, tidak berpasir, tidak berlibang	0,025	0,028	0,030	0,03
10	Melengkung bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Sepertio no 9 tapi tidak ada tumbuhan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
12	Seperti no 10, dangka; tidak teratur	0,040	0,045	0,055	0,060
13	Seperti no 10, berbatu dan tidak ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
14	Seperti no 12, sebagian berbatu	,045	0,050	0,055	0,060
15	Aliran pelan banyak tumbuhan dan berlubang	0,050	0,0560	0,070	0,080
16	Saluran pasangan batu tanpa finising	0,925	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no 16, tetapi dengan finising	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran Beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran Beton, halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,015	0,016
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,017	0,018

(Sumber : Haryono Putro, chow, 1997)

2.7 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Menurut Suripin, (2004) Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotik

dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berlangsung secara teratur setiap kala ulang. Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik secara manual maupun otomatis.

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan (Suripin, 2004) adalah :

- a. Saluran kwater : Periode ulang 1 tahun
- b. Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- c. Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun
- d. Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang Hidrologi (Wesli, 2008).

- a) Distribusi Normal
- b) Distribusi Log Normal
- c) Distribusi Log Normal III
- d) Distribusi gumbel

Untuk perhitungan curah hujan rencana, digunakan Metode Distribusi Normal Log Normal, Distribusi Log-pearson III dan Distribusi Gumbal. Setelah didapat curah hujan rencana dari empat metode tersebut maka yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Parameter statistik yang penting

Parameter / Statistik	Sampel	Populasi
Rata-rata	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	$\mu = E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$
<u>Simpangan baku</u>	$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$	$\sigma = [E[(x - \mu)^2]]^{\frac{1}{2}}$
<u>Koefisien variasi</u>	$CV = \frac{s}{\bar{x}}$	$CV = \frac{\sigma}{\mu}$
<u>Koefisien skewness</u>	$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$	$\gamma = \frac{E[(x - \mu)^3]}{\sigma^3}$
Kurtosis (Ck)	$K = \alpha_4 = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{s^4}$	$K = \alpha_4 = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^4}{\sigma^4}$

(Sumber : Suripin, 2004)

2.8 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi gauss. Umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat tabel untuk keperluan perhitungan, dan juga didekati dengan persamaan berikut.

$$K_T = \frac{XT - X}{S} \quad 2.6$$

$$X_T = X + (K_T \times S) \quad 2.7$$

Dimana :

XT = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T (Tahun)

X = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai varian

K_T = Faktor frekuensi (K_T), umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut. Biasa disebut tabel nilai variabel reduksi Gauss dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 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
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	0,58
20	500,000	0,002	2,88

(Sumber : Suripin, 2004)

2.9 Distribusi Log Normal

Menurut Suripin, 2004 jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log normal dapat didekati dengan persamaan seperti pada persamaan berikut.

$$Y_T = y + K_T \times S \quad 2.8$$

$$K_T = \frac{Y_T - y}{S} \quad 2.9$$

Dimana :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun

Y = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

KT = factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

2.10 Distribusi Log Person III

Menurut Suripin, (2004) salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu :

1. Simpang baku

Koefisien kemencangan

Jika koefisien kemencangan sama dengan nol, distribusi kembali ke didistribusi Log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log Normal Type III yaitu seperti rumus dibawah ini:

a) Ubah data kedalam bentuk logaritmis $X = \log X$

b) Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log } X = \sum_{i=1}^n \log \chi \quad 2.10$$

c) Hitung harga simpang baku :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1} \quad 2.11$$

d) Hitung koefisien kemenangan :

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)}{(N-1)(N-2)S} \quad 2.12$$

e) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode T dengan rumus :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \times S \quad 2.13$$

Dengan adanya rumus tersebut dapat dilihat ketentuan dari nilai K pada Distribusi Log Person III pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai K untuk distribusi Log-Person III

Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), Tahun (Periode Ulang)								
	10101	15000	2	5	10	25	50	100
Koefisien G	Perrsentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.460	-1.210	-1.180	-2.278	-3.152	-4.051
2.8	0.714	-0.666	-0.384			-2.275	-3.144	-4.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	-0.460	1.238	2.267	-3.071	4.889
2.4	0.832	-0.725	-0.351	-0.537	-1.262	-2.256	-3.240	-4.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	-0.574	-1.284	-2.240	-3.240	-4.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	-0.609	-1.302	-2.219	-2.192	-3.605
1.8	-0.087	-0.799	-0.282	-0.643	-1.381	-2.193	-2.848	-3.499
1.6	-0.197	-0.819	-0,254	-0.675	-1.329	-2.163	-2.780	-3.388
1.4	-0.318	-0.832	-0.322	-0.705	-1.337	-2.218	-2.076	-3.271
1.2	-0.449	-0.844	-0.195	-0.732	-1.340	-2.087	-2.626	-3.149
1.0	-0.588	-0.852	-0.164	-0.758	-1.340	-2.340	-2.043	-3.022
0.8	-0.733	-0.856	-0.132	-0.780	-1.336	-2.993	-2.453	-3.819
0,6	-1.880	-0.857	-0.099	-0.800	-1.328	-1.939	-2.245	-2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	-0.816	-1.317	-1.880	-2.261	-2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	-0.830	-1.880	-2.196	-2.159	-2.472
0.0	-2.326	-0.842	-0.000	-0.842	-1.715	-2.051	-2.282	-2.326

(Sumber : Suripin, 2004)

2.11 Distribusi Gumbel

Menurut Emil Julius Gumbel (1966). Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam seras harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

K harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan, dalam persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{YT - YN}{SN} \quad 2.15$$

$$X_T = X + K(S) \quad 2.16$$

Dimana :

Y = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel data ke-n

S_n = *recuded standar deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data

S = deviasi standar nilai varian

Dengan ketentuan Distribusi Gumbel Recuded Mean, (Y_n), Recuded Standard Deviation, (S_n) dan Redukasi Variat (YTR) sebagai fungsi Perode Ulang Gumbel dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan 2.6 dan 2.7.

Tabel 2.5 *Recuded mean, Y_n*

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52
20	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
30	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
40	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
70	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
80	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
100	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

(**Sumber** : *Emil Julius Gumbel 1966*)

Tabel 2.6 *Recuded Standard Deviation, S_n*

S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.99	0.99	1.00	1.02	0.51	0.51	0.52	0.52
20	1.06	1.06	1.07	1.08	1.08	1.09	0.53	0.53	0.53	0.53
30	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	0.54	0.54	0.54	0.54
40	1.14	1.14	1.14	1.14	1.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	1.10	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.17	1.17	1.17

60	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17	1.18	1.18	1.18	1.18
70	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.19
80	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.20
90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
100	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

(Sumber : Emil Julius Gumbel 1966)

Tabel 2.7 Reduksi Variat (YTR) sebagai fungsi Periode Ulang Gumbel

Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}	Periode Ulang, TR	Reduced Variate, Y_{TR}
2	0.336	100	4.601
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188
75	4.3117	10000	9.2121

(Sumber : Emil Julius Gumbel 1966)

2.12 Uji Chi-Square

Uji-Square adalah salah satu uji statistik parametrik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji-Square ini bisa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposal sampel. Uji-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili disyribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan Uji-Square (Mortarchi, 2009). Uji-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan Uji-Square adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas dengan persamaan berikut.

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

2.17

Dimana:

K = Jumlah kelas

n = Banyak data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas

3. Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumalh kelas}$
4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j)
5. Menghitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X^2 = \frac{k}{j-1} \frac{O_j - E_j^2}{E_j} \quad 2.18$$

Dimana:

X^2 = Aprameter chui-kuadrat terhitung

k = Jumlah Kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan X^2_{cr} dari tabel dengan menggunakan taraf signifinkan (α) dan derajat kebebasan (D_k) dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$D_k = K - (p=1) \quad 2.19$$

Dimana:

D_k = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

p = Banyaknya parameter untuyk Uji-Square adalah 2

7. menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan $X^2_{hitung} < X^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai $X^2_{hitung} > X^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Square

d ^k	α derajat kepercayaan							
	t _{0,995}	t _{0,99}	t _{0,975}	t _{0,95}	t _{0,05}	t _{0,025}	t _{0,01}	t _{0,005}
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	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	1,2378	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548

d^k	α derajat kepercayaan							
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	22,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,010	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,558	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	6,571	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	7,261	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,962	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,912	6,908	8,672	26,296	28,191	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,654	9,390	27,587	30,526	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	10,117	28,869	31,852	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,851	30,144	32,153	36,191	38,852
20	7,434	8,260	9,591	11,591	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	12,338	32,672	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	13,091	33,923	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,848	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	14,265	36,0415	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,661	37,652	40,646	44,314	46,928

(Sumber : Mortarchi, 2009)

2.12.1 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin,2004). Hal itu dikarenakan nilai uji yang tersapat pada Tabel 2.9

Tabel 2.9; Nilai kritis D_0 untuk Uji-Kolomogorov

	Derajat Kepercayaan
--	---------------------

N	0,20	010	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	1,07 $N^{0,5}$	1,22 $N^{0,5}$	1,36 $N^{0,5}$	1,63 $N^{0,5}$

(Sumber: *Bonnier, 1980*)

Menurut Suripin, (2004). Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n, diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Urutan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut-
 $X_1 = P(X_1)$
 $X_2 = P(X_2)$
 $X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya.
2. Urutan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
 $X_1 = P(X_1)$
 $X_2 = P(X_2)$
 $X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya.
3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov-kolomogorov test) tentukan nilai kritis (D_0).

Apabila nilai D lebih kecil dan nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

2.13 Waktu Konsentrasi (T_c)

Menurut Sri Harto, (1993) Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_0) dan ditambah waktu untuk mengalir di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau. Waktu konsentrasi adalah jumlah waktu pengaliran di permukaan yang diperlukan air untuk mencapai debit maksimum dari titik saluran yang jatuh sampai titik yang ditinjau.

Waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan Kirpich seperti berikut:

$$T_c = 0.0195 L^{0,77} S^{-0,385} \quad 2.20$$

Atau menggunakan rumus:

$$T_c = t_0 + t_d \quad 2.21$$

Dimana :

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran

T_0 = waktu pengalihan air yang mengalir di atas permukaan menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.

T_d = waktu pengalihan air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*condukt time*) dalam menit.

2.14 Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin,2004). Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah metode Mononobe yaitu apabila data hujan singkat jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$I = \frac{R24}{24} = \frac{24}{T}^{2/3}$$

2.22

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R24 = curah hujan mamksimum harian (selama 24 jam/mm)

2.15 Analisis Hidrolika

Menurut Triadmodjo,(1993). Analisis hidrolika dumaksutkan untuk mengevauasi kapasitas dari saluran drainase berdasarkan debit rencana. Bentuk saluran drainase dapat berupa saluran terbuka berbentuk trapesium, perrsegi panjang, setengah lingkaran atau komposit.

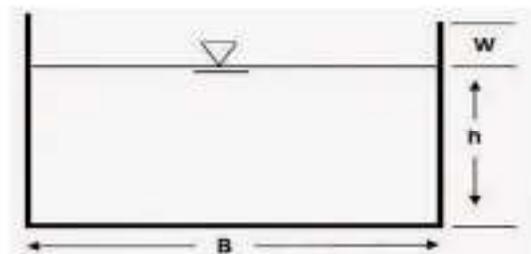
Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera dialirkan gar tidak menimbulkan genangan air. Analisa yang dimaksut adalah analisa besarnya dimensi yang paling ekonomis untuk penampang saluran drainase.

2.15.1 Bentuk Saluran yang Plaing Ekonomis

Bentuk saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekerasan dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

a. Penampang Berbentuk Persegi

Pada penampang melintang dalujran berbentuk persegi dengan dasar b dan kedalaman air h, luas penampang basah A x h dan keliling basah P. Maka bentuk penampang persegi yang paling ekonomis adalah kedalaman setengah dari lebar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalamn air.



Gambar 2.5 penampang persegi paling ekonomis

(Sumber: Suripin, 2004)

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

Luas penampang (A):

$$A = B \times h \quad 2.23$$

Leliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + b \quad 2.24$$

Jari-jari hidrolik r:

$$R = \frac{A}{P} \quad 2.25$$

Kecepatan aliran R:

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

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

2.15.2 Dimensi Saluran

Menurut (Triadmodjo, 1993). Perhitungan dimesi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_r dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$Q_s \geq Q_r \quad 2.27$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$Q_s = A \times \quad 2.28$$

dimana :

Q_s = debit banjir rencana (m^3/dt)

V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luas penampang basah (m^2)

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan Manning yang dapat pada persamaan berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad 2.29$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det)

R = radius atau jari-jari hidrolis (m)

N = koefisien Manning, yang nilainya tergantung dari material saluran

S = kemiringan dasar saluran

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

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

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Analisis penampang ini terdiri dari analisis penampang eksisting dan perencanaan penampang rencana (Triadmodjo, 1993).

Beberapa hal yang akan ditinjau didalam analisis hidrolika ini adalah :

1. Penentuan daerah perencanaan

Pada bagian ini akan dilakukan peninjauan daerah yang akan ditinjau untuk penelitian. Didalam ini drainase yang akan ditinjau 100 meter daerah saluran pada wilayah jalan Tigarunggu Kabupaten Simalungun.

2. Analisa penampang eksisting

Pada analisa ini akan dilakukan peninjauan langsung ke saluran drainase, dalam hal untuk mengetahui ukuran penampang saluran drainase yang akan ditinjau daerah saluran Tigarunggu Kabupaten Simalungun

3. Pertimbangan perlu tidaknya perbaikan penampang

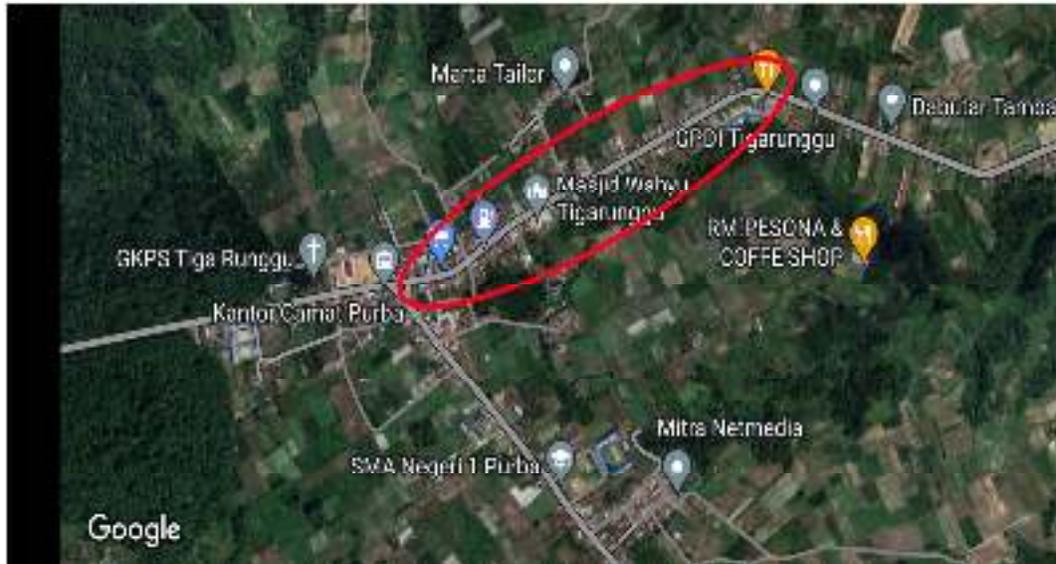
4. Setelah mengetahui kemampuan drainase dalam menerima debit banjir rencana, maka dapat disimpulkan apakah drainase tersebut membutuhkan perbaikan ulang atau tidak
5. Bab penelitian terdahulu maksimal dalam 5 tahun terakhir

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi wilayah study diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi study kasus. Dan yang dimaksud dengan pengambilan data tidak langsung ialah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data – data guna membantu memenuhi dan melengkapi data, yang dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

3.2. Peralatan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini alat yang dipersiapkan antara lain adalah:

- 1) Alat pelindung diri
- 2) Alat tulis
- 3) Alat pengolahan data kalkulator
- 4) Laptop
- 5) Handphone
- 6) Meteran

3.3. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk menganalisa pengaruh beban berlebih (*Overload*) terhadap perkerasan jalan adalah data primer dan data sekunder berupa data geometrik jalan, volume lalu lintas, data kondii wilayah tingkat pertumbuhan lalu lintas. Semua data – data diatas diambil dari Dinas Pekerjaan Umum berdasarkan asumsi dengna tetap mengacu pada pedoman perencanaan perkerasan kaku.

3.3.1 Data Primer

Metode pengumpulan data dengan cara menggunakan dua metode yaitu primer dan data sekunder, untuk data primer metode pengambilan data berupa survey visual jenis kerusakan jalan pada lokasi kegiatan penelitian dan dilaksanakan secara langsung dilapangan. Pengambilan data

primer ini dilakukan dengan cara ruas jalan menjadi beberapa segmen, kemudian mengamati kerusakan jalan yang mengidentifikasi drainase tersebut.

Pengumpulan data yang digunakan juga menggunakan dua metode yaitu survey pendahuluan dan survey utama.

1) Survey Pendahuluan

Survey pendahuluan merupakan tahap awal dari penelitian permasalahan yang terjadi di sepanjang jalan Tigarunggu Simalungun. Survey ini bertujuan untuk mengetahui kondisi daerah yang ditinjau, agar dapat diperoleh data yang akurat secara lengkap dan untuk dianalisa lebih lanjut serta dijadikan bahan pertimbangan untuk survey utama.

a. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kenyamanan suatu kondisi lalu lintas. Oleh karena itu survey kondisi lingkungan merupakan langkah awal yang harus dilakukan karena permasalahan lalu lintas yang mungkin terjadi awalnya dari kondisi lingkungan.

b. Survey Geometrik

Survey geometrik dilakukan untuk mengetahui kondisi geometrik jalan karena data tersebut akan digunakan sebagai input dalam analisa perhitungan metode pelaksanaan survey utama.

c. Survey Pengukuran Awal

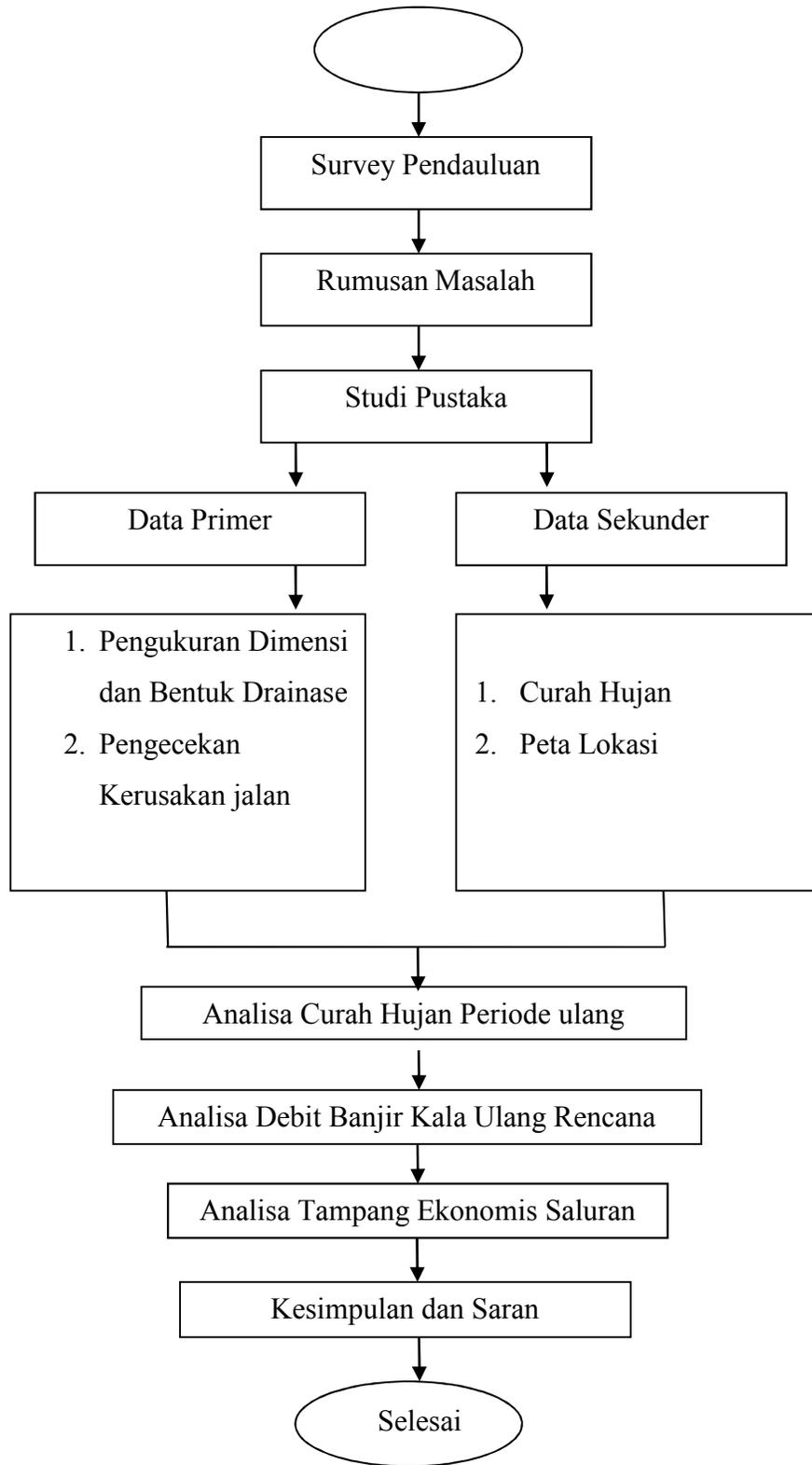
Survey ini dilakukan untuk mengetahui informasi tentang drainase yang terjadi di jalan Tigarunggu Simalungun serta untuk menentukan jenis drainase apa saja sebagai patokan utama pelaksanaan survey utama.

2) Survey Utama

Setelah memperoleh data dari survey pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan survey utama. Survey ini meliputi survey untuk mengetahui seberapa besar pengaruh drainase terhadap kerusakan jalan. Data drainase merupakan data primer yang diperoleh dari hasil survey volume drainase di lapangan. Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah mengolah data-data tersebut sehingga dapat dipergunakan sebagai data untuk melakukan identifikasi drainase terhadap badan jalan.

3.4 Diagram Alir

Langkah – langkah menulis tugas akhir ini dilakukan dalam beberapa beberapa tahapan. Adapun tahapan – tahapan tersebut dapat di lihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.2 Diagram alir

