

Evaluasi Pembangunan Drainase di Jalan Jambuara Nagori Buntu Bayu STA 0.000 – STA 3.000 Kecamatan Hatanduhan Kabupaten Simalungun

Dr. M. Ade Kurnia Harahap.,ST.,M.T¹, Dermina Damanik,ST.,M.T²
1.Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Simalungun,
2.Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Simalungun
Jl Sisingamaraja barat pematangsiantar Telp : (0622) 24670

ABSTRAK

Drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Saluran drainase direncanakan untuk menampung debit rencana dengan aman berdasarkan data curah hujan, tata guna lahan dan dimensi saluran.

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisa tampang drainase yang terletak di jalan jambuara nagori buntu bayu kecamatan hatanduhan dimana lokasi tersebut merupakan kawasan yang baru berkembang. Untuk itu perlu direncanakan penampang saluran drainase yang optimal. Ada beberapa metode yang bisa dipakai dalam menganalisa saluran drainase ini, serta bentuk penampang yang di analisa adalah saluran berbentuk Trapesium.

Kata kunci: Sistem Drainase, Curah Hujan, Penampang Saluran Drainase

BAB I. PENDAHULUAN

• Latar Belakang

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. Menurut Sianturi Novdin M. (2013:2) dalam jurnalnya yang berjudul kajian terhadap sistem jalan Merdeka dan Hos Cokroaminoto, Semakin berkembangnya pertumbuhan daerah maka pembangunan drainase sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan alur air yang melewati kawasan pemukiman untuk mencegah dan mengantisipasi timbulnya luapan air (banjir) pada daerah tersebut.

Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pembangunan saluran drainase yang baik melalui perencanaan yang baik sangat diperlukan sebagai saluran pembuangan air dan limbah cair rumah tangga sekaligus kontrol volume air pada daerah-daerah pertanian dan tambak masyarakat untuk menghindari kelebihan air (banjir) dan mencegah genangan air yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat.

- **Rumusan Masalah**

Masalah-masalah yang terjadi pada saluran drainase :

1. Mengetahui penyebab adanya genangan di jalan jambuara.
2. Mengetahui penampang drainase yang sudah ada mampu atau tidaknya menampung debit air saat musim hujan dan kemarau

- **Batasan Masalah**

Oleh sebab itu perlu mengadakan pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut:

1. Pengambilan data sekunder STA 0.000 – STA 3.000, Curah hujan untuk mengetahui debit air.
2. Pengambilan data sekunder STA 0.000 – STA 3.000, Data penampang saluran drainase.

- **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah:

- 1) Membandingkan luas penampang saluran yang sudah ada dengan analisa hasil perhitungan.
- 2) Mengukur debit air di saluran.

- **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian adalah:

1. Manfaat Teoritis
Dapat dijadikan sumber pengetahuan bagi masyarakat dalam mengelola jaringan drainase di Nagori Buntu Bayu Kecamatan Hatonduhan Kabutan Simalungun.
2. Manfaat Pralitis
Sebagai bahan ilmu pengetahuan di lapangan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

- **Defenisi Drainase**

Secara umum Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Drainase yang berasal dari bahasa Inggris *Drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Prasarana drainase juga berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air, dan banjir.

Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptordrain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran penerima (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*).

- **Jenis – Jenis Drainase**
- Menurut Sejarah Terbentuknya.
 1. Drainase Alamiah (*natural drainage*) adalah drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan- bangunan penunjang.
 2. Drainase Buatan (*arficial drainage*) adalah bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.
- Menurut Letak Bangunan.
 1. Drainase permukaan tanah (*surface drainage*) adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.
 2. Drainase bawah permukaan tanah (*subsurface drainage*) adalah Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan.
- Menurut Fungsi
 1. *Single Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain
 2. *Multi Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapajenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.
- Menurut Konstruksi
 1. Saluran Terbuka, yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup.
 2. Saluran Tertutup, yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk air kotor atau saluran yang terletak di tengah kota.
- **Sistem Jaringan Drainase**
Sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas dua bagian yaitu:
 1. Sistem Drainase Makro adalah sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*)..
 2. Sistem Drainase Mikro adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari suatu kawasan perkotaan yang telah terbangun.

BAB 3. METODE PENELITIAN

- **Tempat dan waktu**

- Pengambilan data perencanaan dilakukan di kantor Dinas Bina Marga Kabupaten Simalungun
- Waktu penelitian yaitu bulan April 2019 sampai dengan Juli 2019
- **Jenis dan sumber data**
 - Lapangan (Data Primer dan Data Teknis)
 - Studi Literatur (data Sekunder atau data non teknis)
 - **Metode Penelitian**
 - Metode Deskriptif yaitu menggambarkan hasil pengamatan dan Analisa dalam bentuk narasi
 - Metode Kuantitatif

BAB 4. ANALISA

▪ Analisa Hidrologi

– Analisa Curah Hujan

Metode yang digunakan adalah metode perhitungan rata – rata karena jumlah stasiun curah hujan yang terletak pada DTA hanya satu stasiun. Caranya adalah dengan menjumlahkan data curah hujan pada stasiun pengamatan Pusat Penelitian Kelapa Sawit Bah Jambi. .

$$\sum \bar{X}_t = \frac{X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7+X8+X9+X10}{10} \quad \text{Rumus 2.1}$$

Dimana :

- X1 = Curah hujan tahun pertama
- X2 = Curah hujan tahun kedua
- X3 = Curah hujan tahun ketiga
- X4 = Curah hujan tahun keempat
- X5 = Curah hujan tahun kelima
- X6 = Curah hujan tahun keenam
- X7 = Curah hujan tahun ketujuh
- X8 = Curah hujan tahun kedelapan
- X9 = Curah hujan tahun kesembilan
- X10 = Curah hujan tahun kesepuluh

- **Perhitungan Data Curah Hujan**

Cara yang dipakai dalam menghitung hujan rata-rata adalah dengan rata-rata Metode Thiessen biasa digunakan untuk daerah–daerah dimana titik-titik dari pengamat hujan tidak tersebar merata, dan hasilnya pun lebih teliti

- **Perhitungan Curah Hujan Rencana**

Dalam perhitungan curah hujan rancangan ini digunakan analisa frekuensi. “Suripin (2003) Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan” Frekuensi adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya kala ulang (return) periode adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.

Curah hujan rencana dapat dihitung secara stastika berdasarkan data curah hujan terdahulu dengan rumus sebagai berikut:

$$R_r = \bar{R} + k . sd \quad \text{Rumus 2.2}$$

$$R = \frac{\sum \bar{X}_i}{\sum n} \quad \text{Rumus 2.3}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{R})^2}{n-1}} \quad \text{Rumus 2.4}$$

Dimana :

R_r = Curah hujan rencana periode ulang T tahun (mm)

R = Curah hujan harian tahunan maksimum rata – rata (mm)

K = faktor frekuensi untuk periode ulang T tahun sesuai dengan tipe

Sd = Standard deviasi

X = Hujan harian maksimum tahun ke

N = Jumlah data atau tahun

Faktor probabilitas K untuk harga – harga ekstrim Gmbel dinyatakan dengan persamaan :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \quad \text{Rumus 2.5}$$

Dimana :

Y = reduced variete

Y_n = Reduced mean

S = reduced standard deviation

Nilai dari Y, Y_n dan S tergantung jumlah sampel (n) dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 2.3. Reduced variate, Y_T

Periode Ulang T (tahun)	Reduced variate Y _T	Periode Ulang T (tahun)	Reduced variate Y _T
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	20	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
10	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber : Sistem drainase yang berkelanjutan, Dr.Ir. Suripin, M. Eng, 2004

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya air hujan yang jatuh ke permukaan bumi pada satuan luas (Kensaku Takeda dan Suyono.S).

$$I = \frac{R_{24}}{24} + \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad \text{Rumus 2.6}$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

t = lamanya hujan (jam).

Tabel 2.4 Kecepatan air pada saluran

Kemiringan Rata-Rata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rata-Rata (m/det)
Kurang dari 1	0,40
1-2	0,60
2-4	0,90
4-6	1,20
6-10	1,50
10-15	2,40

Sumber : Sistem drainase, Dirjen Dikti, 1997

Debit Banjir Rencana Saluran (Q)

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata). Metode perhitungan debit rencana cukup beragam sesuai dengan ketersediaan data. Salah satu rumus yang digunakan yaitu rumus Metode Rasional:

$$Q_t = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{Rumus 2.7}$$

Dimana :

- Qr = Debit aliran (liter/detik atau m/s)
- C = Koefisien aliran
- I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (km)

- **Karakteristik Hujan**

Karakteristik hujan dapat diketahui melalui duras hujan, intensitas hujan, dan waktu konsentrasinya. Debit waktu konsentrasi dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$T_c = 0,0133 L \cdot i^{-0,6} \quad \text{Rumus 2.8}$$

$$S = \frac{\Delta H}{0,9 \cdot L} \quad \text{Rumus 2.9}$$

Dimana :

- S = Kemiringan saluran
- Tc = Lamanya hujan (jam)
- L = Panjang saluran (m)
- ΔH = Beda tinggi muka tanah (m)
- I = Intensitas hujan (mm)

- **Evaluasi Curah Hujan Rencana**

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (*extrim*), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan evaluasi curah hujan rencana atau frekuensi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa extrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan.

- **Debit Saluran**

Debit saluran adalah besarnya debit aliran yang dapat dialirkan oleh saluran irigasi tersebut, dimana dalam perencanaan bangunan saluran irigasi merupakan salah satu syarat utama yang harus ditentukan terlebih dahulu.

$$Q_s \geq Q_T \quad \text{Rumus 2.10}$$

Besarnya debit saluran diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$Q = A \cdot V \quad \text{Rumus 2.11}$$

- **Analisa Hidrolika**

- **Kemiringan saluran.** Kemiringan dasar saluran adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang.

Tabel 2.5. Kemiringan dinding saluran sesuai bahan

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
a. Batuan/cadas	0
b. Tanah lumpur	0.25
c. Lempung keras/Tanah	0.5 – 1
d. Tanah dengan pasangan batuan	1
e. Lempung	1.5
f. Tanah berpasir lepas	2
g. Lumpur berpasir	3

Sumber : Sistem Drainase, Dirjen Dikti, 1997

▪ Bentuk - Bentuk Umum Profil Saluran

Dalam perencanaan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang sangat ekonomis. Saluran alam biasanya bentuk geometriknya tidak teratur (non prismatic) dengan potongan melintang yang berbentuk parabola dan trapesium.

Dimensi Saluran Bentuk Trapesium

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h + m \cdot h^2 \\
 P &= b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2} \\
 A &= \frac{A}{P} \\
 V &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
 Q &= V \cdot A
 \end{aligned}$$

Dimana :

- Q = Debit pada saluran (m³/det)
- V = Kecepatan Aliran Pada Saluran (m/det)
- n = Koefisien Manning
- S = Kemiringan Memanjang Dasar Saluran
- A = Luas Penampang Basah Saluran (m²)
- b = Lembar Penampang (m)
- h = Tinggi Basah Saluran (m)
- P = Keliling Basah Saluran (m)
- R = Jari-jari Hidrolis (m)

Tabel 2.6 Harga b/h

NO	Debit Rencana	b/h	Kecepatan
1	0,0-1,5	2,0	0,41 x Q ^{0,225}
2	1,5-3,0	2,5	0,41 x Q ^{0,225}
3	3,0-4,5	3,0	0,41 x Q ^{0,225}
4	4,5-6,0	3,5	0,41 x Q ^{0,225}

5	6,0-7,5	4,0	0,41 x Q ^{0,225}
6	7,5-9,0	4,5	0,41 x Q ^{0,225}
7	>9,0	5,0	0,41 x Q ^{0,225}

Sumber : standart-standart Perencanaan Drainase, KP 03

Perhitungan Besar Curah Hujan Recana

Tabel 4.1. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Normal

Tahun	X_i (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
2009	220,3	22,5	506,25
2010	185,2	-12,6	158,34
2011	186,2	-11,6	134,17
2012	199,4	1,7	2,78
2013	244,3	46,6	2170,01
2014	177	-20,7	428,84
2015	173,1	-24,6	605,98
2016	166	-31,8	1008,59
2017	218,3	20,5	421,96
2018	207,7	9,9	98,84
	1977,5		5535,8

Rata – rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\ &= \frac{1977,5}{10} \\ &= 197,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

Standar Deviasi

$$\begin{aligned}S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{5535,8}{(10 - 1)}} \\ &= 24,8\end{aligned}$$

Dari curah hujan diatas dihitung dengan periode ulang 2,5,10,20 tahun dari table 2.1. didapat nilai-nilai K_T sebagai berikut :

- $T_2 = 0$

- $T_5 = 0,84$
- $T_{10} = 1,28$
- $T_{20} = 1,64$

Maka curah hujan rencana dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_2 &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\ &= 197,75 + 0 \times 24,8 \\ &= 197,75 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_5 &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\ &= 197,75 + 0,84 \times 24,8 \\ &= 218,58 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{10} &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\ &= 197,75 + 1,28 \times 24,8 \\ &= 229,49 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{20} &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\ &= 197,75 + 1,64 \times 24,8 \\ &= 238,42 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel

No.	Tahun	X_i (mm)	$\frac{n+1}{m}$	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	X_i^2
1	2009	220,3	11,00	22,5	506,25	48.532
2	2010	185,2	5,50	-12,6	158,34	34.299
3	2011	186,2	3,67	-11,6	134,17	34.670
4	2012	199,4	2,75	1,7	2,78	39.760
5	2013	244,3	2,20	46,6	2170,01	59.682
6	2014	177	1,83	-20,7	428,84	31.329
7	2015	173,1	1,57	-24,6	605,98	29.964
8	2016	166	1,38	-31,8	1008,59	27.556
9	2017	218,3	1,22	20,5	421,96	47.655
10	2018	207,7	1,10	9,9	98,84	43.139
	$\Sigma = 10$	1977,5			5535,8	396.586

Rata – rata

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{n}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1977,5}{10} \\
&= \mathbf{197,5 \text{ mm}}
\end{aligned}$$

Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
S_x &= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \\
&= \sqrt{\frac{5535,75}{(10 - 1)}} \\
&= \mathbf{24,8}
\end{aligned}$$

Maka dari table 2.1. table Reduced Mean (Y_n), table 2.2. Reduced Standart Deviation (S_n), dan table 2.3. Reduced Variate (Y_T). Dengan besar periode ulang 2, 5, 10, 20 maka dapat diperoleh nilai :

- $T_2 \rightarrow Y_n = 0,4952$
 $S_n = 0,9496$
 $Y_T = 0,3668$
- $T_5 \rightarrow Y_n = 0,4952$
 $S_n = 0,9496$
 $Y_T = 1,5004$
- $T_{10} \rightarrow Y_n = 0,4952$
 $S_n = 0,9496$
 $Y_T = 2,2519$
- $T_{20} \rightarrow Y_n = 0,4952$
 $S_n = 0,9496$
 $Y_T = 2,9709$

Maka nilai K dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
T_2 = K &= \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \\
&= \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \\
&= -0,13
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_5 = K &= \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \\
&= \frac{1,5004 - 0,4952}{0,9496} \\
&= 1,058
\end{aligned}$$

$$T_{10} = K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

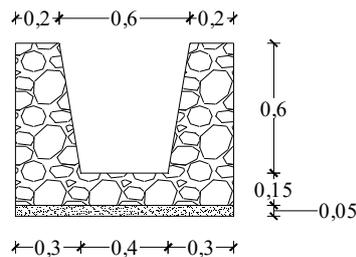
$$\begin{aligned}
&= \frac{2,2519 - 0,4952}{0,9496} \\
&= 1,849 \\
T_{20} = K &= \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \\
&= \frac{2,9709 - 0,4952}{0,9496} \\
&= 2,607
\end{aligned}$$

Maka besar curah hujan dengan periode ulang tertentu adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
X_2 &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\
&= 197,75 + (-0,135 \times 24,8) \\
&= 194,40 \text{ mm} \\
X_5 &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\
&= 197,75 + (1,058 \times 24,8) \\
&= 223,99 \text{ mm} \\
X_{10} &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\
&= 197,75 + (1,849 \times 24,8) \\
&= 243,60 \text{ mm} \\
X_{20} &= \bar{X} + K_T \cdot S_x \\
&= 197,75 + (2,607 \times 24,8) \\
&= 262,40 \text{ mm}
\end{aligned}$$

▪ Perhitungan Tampang Drainase

• Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase



Kemiringan rata – rata lahan, $S_0 = 0.0248$

Luas penampang basah :

$$\begin{aligned}
A &= \frac{(0.40 + 0.6)}{2} \times 0.6 \\
&= 0.3 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Keliling basah :

$$\begin{aligned}
P &= b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \\
&= 0,6 + 2 \times 0,6 \times \sqrt{0,4^2 + 1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,6 + 1,2 \times 1,08 \\
 &= 0,6 + 1,296 \\
 &= 1,896 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis :

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{0,3}{1,896} \\
 &= 0.158 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kecepatan aliran di dalam saluran :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \\
 V &= \frac{1}{0.015} \times (0,158)^{\frac{2}{3}} \times 0.0276^{\frac{1}{2}} \\
 V &= 66.66667 \times 0.2923 \times 0.1661 \\
 V &= 3,24 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Maka $Q = A \cdot V$

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.3 \times 3,24 \\
 &= 0,972 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Luas Saluran Hasil Penelitian**

Kecepatan aliran di dalam saluran :

Tabel 4.3. Tabel Debit Air

Titik	Kecepatan (m/s)		Kecepatan Rata – rata (m/s)
1	V ₁	2,39	2,47
	V ₂	2,50	
	V ₃	2,51	
2	V ₁	2,76	2,80
	V ₂	2,70	
	V ₃	2,94	
3	V ₁	2,74	2,82
	V ₂	2,98	
	V ₃	2,74	
4	V ₁	2,32	2,28
	V ₂	2,20	
	V ₃	2,33	
5	V ₁	2,64	2,56
	V ₂	2,51	
	V ₃	2,53	
6	V ₁	3,18	3,21
	V ₂	3,28	

	V ₃	3,16	
7	V ₁	3,23	3,19
	V ₂	3,12	
	V ₃	3,22	
8	V ₁	2,28	2,23
	V ₂	2,21	
	V ₃	2,19	
9	V ₁	2,84	2,80
	V ₂	2,77	
	V ₃	2,80	
10	V ₁	3,23	3,20
	V ₂	3,17	
	V ₃	3,22	

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10}}{10}$$

$$V = \frac{27,54}{10}$$

$$V = 2,754 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,972 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luas Penampang dari hasil penelitian

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{V} \\ &= \frac{0,972}{2,754} \\ &= 0,35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang < Luas penampang H. Penelitian

$$0,3 \text{ m}^2 < 0,35 \text{ m}^2$$

Hasil analisa yang diperoleh untuk luas penampang trapesium tidak memenuhi syarat yang telah ditentukan.

- **Perhitungan Debit Hujan**

- **Perhitungan Intensitas Hujan**

Jarak aliran terjauh di atas tanah hingga saluran terdekat, $L_0 = 300 \text{ m}$

Kemiringan rata – rata 1, $S_0 = 0,0276$

Jarak yang ditempuh aliran di dalam saluran ke tempat pengukuran, $K_S = 50 \text{ m}$

Kecepatan aliran di dalam saluran :

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

$$V = \frac{1}{0.015} \times (0,158)^{\frac{2}{3}} \times 0.0276^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 66.66667 \times 0.2923 \times 0.1661$$

$$V = 3,24 \text{ m/s}$$

$$t_0 = 0.0195 \times \left(\frac{L_0}{\sqrt{S_0}} \right)^{0.77}$$

$$= 0.0195 \times \left(\frac{300}{\sqrt{0.0276}} \right)^{0.77}$$

$$= 6,28 \text{ menit}$$

$$= 0.105 \text{ jam}$$

$$t_d = \frac{1}{3600} \times \frac{L_s}{V}$$

$$= \frac{1}{3600} \times \frac{50}{3,24}$$

$$= 0.004 \text{ jam}$$

Maka waktu konsentrasi adalah

$$t_c = t_0 + t_d$$

$$= 0.105 \text{ jam} + 0.004 \text{ jam}$$

$$= 0.109 \text{ jam}$$

Maka intensitas hujan dengan periode ulang 20 tahun yaitu :

$$I = \frac{R}{24} \left\{ \frac{24}{t_c} \right\}^{\frac{2}{3}}$$

$$R_{20} = 262,40 \text{ mm}$$

$$t_c = 0.109 \text{ jam}$$

$$I = \frac{262,40}{24} \times \left\{ \frac{24}{0.109} \right\}^{\frac{2}{3}}$$

$$= 10,9333 \times (220,183)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 10,9333 \times 36,463$$

$$= 398,661 \text{ mm/jam}$$

– Perhitungan Debit Limpasan Total Pada Drainase

$$I = 398,661 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Daerah tangkapan hujan (A)} = 0.7544 \text{ km}^2$$

Nilai koefisien aliran, C pada daerah aliran tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kawasan Perumahan

$$C = \frac{0.6 \times 0.6}{0.7544}$$

$$= 0.48$$

2. Perkebunan Sawit

$$C = \frac{0.22 \times 0.17}{0.7544}$$
$$= 0.05$$

3. Perkerasan Aspal

$$C = \frac{0.9 \times 0.0044}{0.7544}$$
$$= 0.005$$

4. Taman / Ladang

$$C = \frac{0.2 \times 0.03}{0.7544}$$
$$= 0.008$$

Jadi nilai koefisien aliran ($\sum C_i$) = $0.48 + 0.05 + 0.005 + 0.008 = 0.543$

Maka Debit Limpasan Total Drainase adalah

$$Q = 0.0278 \times 0.543 \times 398,661 \times 0.7544$$
$$= 4,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

– Perhitungan Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Perhitungan besar debit rencana untuk Sta 00.00 – Sta 03.00 :

Panjang lintasan aliran,

$$L = 3000 \text{ m} = 3 \text{ km}$$

$$H = 430 \text{ m} - 422 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

Besar curah hujan rencana diambil dari perhitungan curah hujan dengan menggunakan metode Gumbel yang terbesar, yaitu periode ulang 20 tahun.

$$T_{20} = R_{20} = 262,40 \text{ mm}$$

Kemiringan dasar saluran dapat dihitung sebagai berikut :

$$i = \frac{H}{0.9 \times L}$$
$$= \frac{8}{0.9 \times 3000}$$
$$= 0.003$$

Maka, waktu konsentrasi dapat dihitung :

$$t_c = 0.0133 \cdot L \cdot (i)^{-0.6}$$
$$= 0.0133 \times 3 \times (0.003)^{-0.6}$$
$$= 1,30 \text{ jam}$$

Dari perhitungan di atas dapat dihitung intensitas hujan :

$$I = \left(\frac{R}{24}\right) \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}}$$
$$R_{20} = 262,40 \text{ mm}$$
$$t_c = 1,30 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{262,40}{24} \times \left(\frac{24}{1,30} \right)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 10,9333 \times (618,46)^{\frac{2}{3}} \\
 &= 10,9333 \times 6,985 \\
 &= 76,37 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Jika diketahui :

Daerah tangkapan hujan (A) = 0.7544 km²

Koefisien pengaliran (C) =

1. Kawasan Perumahan

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{0.6 \times 0.25}{0.7544} \\
 &= 0.20
 \end{aligned}$$

2. Perkebunan Sawit

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{0.22 \times 0.05}{0.7544} \\
 &= 0.01
 \end{aligned}$$

3. Perkerasan Aspal

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{0.9 \times 0.00175}{0.7544} \\
 &= 0.002
 \end{aligned}$$

Maka $\sum C = 0.20 + 0.01 + 0.002 = 0.212$

Maka dapat dihitung besar debit banjir rencana untuk periode ulang 20 tahun sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.278 \times C \times I \times A \\
 &= 0.278 \times 0.212 \times 76,37 \times 0.7544 \\
 &= 3,395 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

– Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran untuk Sta 00.00 – Sta 03.00 :

Untuk tampang Trapesium

Data-data yang diperoleh :

- Debit (Q_{maks}) = 3,395 m³/detik
- Kemiringan (S=i) = 0,003
- b/h di dapat = 5 maka b = 5h, dari table 2.6.

$$\begin{aligned}
 - \text{ Luas penampang (A)} &= \left(\frac{b+m}{2}\right) h \\
 &= \left(\frac{0,6+0,4}{2}\right) \times 0,6 \\
 &= 0,3 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Keliling basah} \\
 (P) &= b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \\
 &= 0,6 + 2 \times 0,6 \times \sqrt{0,4^2 + 1} \\
 &= 0,6 + 1,2 \times 1,08 \\
 &= 0,6 + 1,296 \\
 &= 1,896 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Jari-jari hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{0,3}{1,896} \\
 &= 0,158 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Kecepatan Aliran

$$\begin{aligned}
 - \quad V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,015} \times (0,158)^{\frac{2}{3}} \times 0,0276^{\frac{1}{2}} \\
 &= 66,66667 \times 0,2923 \times 0,1661 \\
 &= 3,24 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Debit Lapangan} &= A \times V \\
 &= 0,3 \times 3,24 \\
 &= 0,972 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Q Lapangan < Q Limpahan total

$$0,972 \text{ m}^3/\text{s} < 3,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari hasil analisa yang didapat untuk penampang trapesium belum memenuhi syarat yang telah ditentukan karena kapasitas daya tampung debit lapangan pada saluran drainase saat menampung debit limpahan total, maka dapat disimpulkan saluran drainase yang sekarang harus diperbesar agar kapasitas drainase dapat menampung debit air.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

• Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data hidrologi dan evaluasi kapasitas drainase eksisting di Jalan Jambuara Nagori Buntu Bayu maka diperoleh kesimpulan bahwa saluran drainase tidak mampu menampung debit air dan menimbulkan banjir sehingga disarankan untuk memperbesar tampang drainase.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya curah hujan yang dihitung dengan distribusi Normal sebesar untuk periode ulang $T_2 = 197,75$ mm, $T_5 = 218,58$ mm, $T_{10} = 229,49$ mm, $T_{20} = 238,42$ mm, sedangkan curah hujan rencana yang dihitung dengan distribusi Gumbel $T_2 = 194,40$ mm, $T_5 = 223,99$ mm, $T_{10} = 243,60$ mm, $T_{20} = 262,40$ mm.
2. Luas penampang yang diperoleh dari hasil penelitian $(A) = 0,35$ m²
3. Debit banjir saluran drainase yang didapat melalui metode rasional yaitu Q rencana = 3,395 m³/s

- **Saran**

Akibat saluran drainase pada Jalan Jambuara Nagori buntu bayu tidak mampu menampung debit air dan menimbulkan banjir sehingga disarankan untuk kedepannya memperbesar tampang drainase. Secara teoritis maka saran yang mungkin dapat berguna, yaitu untuk saluran trapesium yang paling ekonomis jika kemiringan dindingnya sebesar 60°, sehingga trapesium yang terbentuk berupa setengah segi enam beraturan.

Setelah tampang drainase diperbesar sesuai dengan perhitungan rencana diharapkan partisipasi masyarakat di sekitar drainase tersebut untuk tidak membuang sampah sembarangan ke dalam saluran drainase. Kepada pemerintah setempat untuk selalu melakukan pemeliharaan rutin terhadap drainase seperti mengangkat pasir yang menimbun di dalam saluran drainase serta memperbaiki lantai dan dinding saluran yang sudah pecah atau rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfisa, W, 2003. *Perencanaan Drainase, Dep. Kimpraswi, Diren Tata Perkotaan dan Perdesaan, Jakarta.*
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Simalungun, *Data Curah Hujan Tahun 2008 sampai Tahun 2018.*
- DANDIM 0207 Kabupaten Simalungun, 2019. *Data – Data Proyek.*
- Dirjen Dikti, 1997. *Sistem Drainase, Jakarta.*
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase yang Berkelanjutan, Yogyakarta.*
- N. Sianturi, 2013. *Kajian Terhadap Sistem Jalan Merdeka dan Hos Cokroaminoto, Pematangsiantar*
- S. Sosrodarsono dan T. Kunsaku, 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.*
- Standar – standar Perencanaan Irigasi, KP 03.
- Sumartono, C. D, *Hidrologi teknik. Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.*
- P. Soenardi, 1990. *Dasar – dasar Hidrologi, Universitas Gajah Mada.*