

# PENATAAN SISTEM SALURAN DRAINASE DI JALAN BATUKOTA, WINANGUN SATU KECAMATAN MALALAYANG KOTA MANADO

Christalia M. S. Bororing

Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [christaliamonica@yahoo.com](mailto:christaliamonica@yahoo.com)

## ABSTRAK

*Kelurahan Winangun Satu Kecamatan Malalayang tepatnya di Jalan Batukota sering terjadi genangan pada saat hujan. Beberapa titik di daerah penelitian tidak mampu menampung debit air yang ada. Bahkan ada yang tidak mempunyai saluran drainase dan gorong-gorong sehingga air hujan tergenang di jalan sehingga mengganggu aktivitas masyarakat sekitar dan pengguna jalan. Oleh karena itu perlu dilakukan penataan kembali sistem saluran drainase yang baru agar kapasitasnya memadai sesuai kebutuhan di daerah tersebut.*

*Penataan sistem saluran drainase dilakukan untuk mendapatkan dimensi saluran yang dapat menampung debit air hujan. Analisis frekuensi terhadap data curah hujan dengan kala ulang 10 tahun menggunakan metode Log-Person III. Metode Rasional digunakan untuk mendapatkan debit rencana ( $Q_{renc}$ ). Dilakukan analisis hidraulika untuk menghitung debit kapasitas ( $Q_{kaps}$ ) dari saluran eksisting dan saluran rencana. Dari kedua hasil itu dibandingkan ( $Q_{kaps} > Q_{renc}$ ) untuk mengetahui kemampuan dari setiap ruas saluran dan gorong-gorong dalam menampung debit rencana.*

*Berdasarkan hasil analisis di lokasi penelitian terdapat 6 ruas saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit air sehingga diperlukan perbaikan agar mampu menampung debit yang ada. Direncanakan penambahan 14 ruas saluran baru dan 6 gorong-gorong baru.*

**Kata Kunci:** Sistem Drainase, Debit Rencana, Debit Kapasitas, Jalan Batukota.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Saluran Drainase merupakan komponen penting dalam perencanaan infrastruktur sebuah kota untuk menanggulangi masalah banjir dan genangan air. Genangan disebabkan oleh sistem drainase yang tidak baik atau dimensi tiap ruas saluran tidak sesuai dengan debit yang dilayani.

Kelurahan Winangun Satu Kecamatan Malalayang di Jalan Batukota sering terjadi genangan/banjir di setiap musim hujan, sehingga merusak konstruksi jalan serta menghambat kegiatan masyarakat di daerah sekitar.

Dari hasil pengamatan lapangan, saluran drainase tidak mampu menampung kapasitas debit yang ada sehingga terjadi genangan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dibutuhkan penataan kembali sistem drainase agar kapasitasnya memadai sesuai kebutuhan di daerah tersebut.

### Rumusan Masalah

Terjadinya genangan air di Jalan Batukota Kelurahan Winangun Satu mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak konstruksi jalan di daerah tersebut.

### Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis masalah sistem drainase di Jalan Batukota, Winangun Satu dan mendapatkan dimensi saluran yang sesuai untuk daerah tersebut.

### Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk mendapatkan sistem drainase yang dapat menangani masalah genangan sehingga masyarakat merasa nyaman untuk beraktifitas di daerah sekitar yang sering terjadi genangan.

## LANDASAN TEORI

### Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa inggris “*drainage*” yang mempunyai arti mengalir, menguras, membuang, atau mengalirkan air.

### Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan merupakan analisis awal data curah hujan sebelum diolah untuk digunakan pada analisis selanjutnya (Rotikan, 2019).

**Parameter Statistik**

Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari sebuah variabel disebut dengan parameter statistik. Parameter statistik yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Mean* ( $\bar{x}$ )  
*Mean* adalah nilai rata-rata dari suatu variable.
2. Standar Deviasi (S)  
Standar deviasi atau simpangan baku adalah suatu nilai pengukuran dispersi terhadap data yang dikumpulkan.
3. Koefisien Variasi ( $C_v$ )  
Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.
4. Koefisien *Skewness* ( $C_s$ )  
Koefisien *Skewness* adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi.
5. Pengukuran Kurtosis ( $C_k$ )  
Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

**Uji Data Outlier**

Data *outlier* adalah data yang secara statistik menyimpang jauh dari kumpulan datanya (Nurhamidin, 2015). Berikut ini adalah syarat untuk pengujian data *outlier* berdasarkan koefisien *skewness* ( $C_{s_{log}}$ ).

- $C_{s_{log}} > 0,4$  ; uji *outlier* tinggi, koreksi data kemudian, *outlier* rendah.
- $C_{s_{log}} < -0,4$  ; uji *outlier* rendah, koreksi data kemudian, *outlier* tinggi.
- $-0,4 \leq C_{s_{log}} \leq 0,4$  ; uji bersama *outlier* tinggi atau rendah, kemudian koreksi.

**Analisis Distribusi Peluang**

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu dengan melihat nilai syarat parameter yang akan digunakan sebagai pemilihan tipe distribusi yang akan digunakan (Rurung, 2019). Metode-metode distribusi yang umumnya dipakai adalah :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log-Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

**Pemilihan Tipe Distribusi**

Setiap tipe distribusi memiliki sifat yang khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat masing-masing tipe distribusi tersebut (Pania, 2013). Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

- 1) Distribusi Normal  
 $C_s \approx 0$  ;  $C_k \approx 3$
- 2) Distribusi Log-Normal  
 $C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$   
 $C_k \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
- 3) Distribusi Gumbel  
 $C_s \approx 1,14$  ;  $C_k \approx 5,40$
- 4) Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Normal III.

**Intensitas Curah Hujan**

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin,2004).

**Periode Ulang**

Periode Ulang adalah hujan dengan jangka waktu tertentu dan intensitas tertentu dianggap bisa terjadi atau kemungkinan terjadinya satu kali dalam batas period yang ditetapkan (Lengkong, 2018).

Tabel 1. Periode ulang (*return period*) perencanaan drainase perkotaan

Tipologi Kota	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Metropolitan	2	2-5	5-10	10-25
Besar	2	2-5	2-5	5-20
Sedang	2	2-5	2-5	5-10
Kecil	2	2	2	2-5

Sumber: Direktorat PLP Dept PU, 2012.

**Waktu Konsentrasi**

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) (Suripin, 2004).

**Debit Rencana**

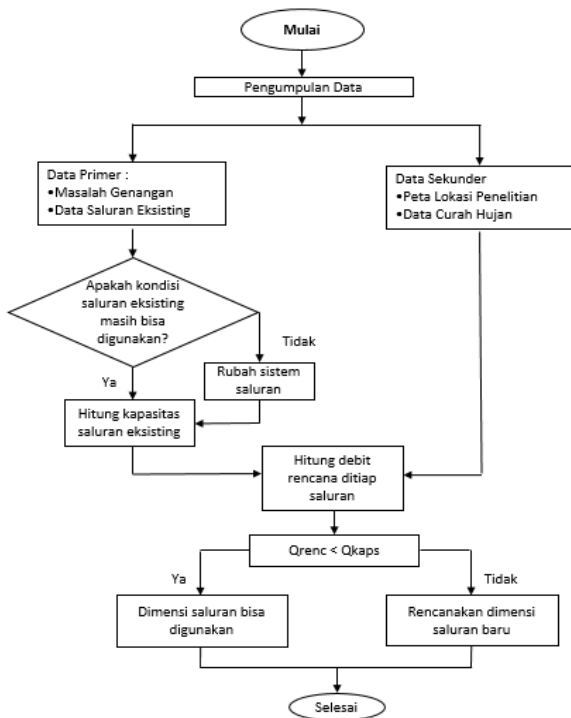
Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan metode rasional.

**Analisis Hidraulika**

Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidraulis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapanya.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Tahapan pelaksanaan penelitian:



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

**ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kondisi Eksisting Saluran Drainase**

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan di lokasi penelitian Jalan Batu Kota Winangun Satu, kondisi eksisting drainase di sana kurang baik. Diperlukan penataan kembali sistem drainase yang bermasalah serta penambahan saluran drainase untuk kelancaran sistem drainase yang ada. Keadaan saluran eksisting di Jalan Batu Kota adalah terjadinya pendangkalan saluran bahkan ada yang tidak mempunyai saluran dan gorong-gorong di beberapa titik seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Drainase

Setelah melakukan survey di lokasi penelitian, maka dilakukan analisis terhadap drainase yang ada di Jalan Batu Kota Winangun Satu Kecamatan Malalayang Kota Manado. Sistem saluran drainase dibuat agar terhubung dengan outlet yaitu saluran primer yang terhubung langsung ke sungai Sario.

**Analisis Hidrologi  
Data Curah Hujan**

Data curah hujan (Tabel 2) yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum yang diambil dari BMKG Stasiun Geofisika Winangun Manado yang menggunakan pos Stasiun Winangun sebagai stasiun terdekat daerah penelitian.

Tabel 2. Curah hujan harian maksimum di stasiun Winangun

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
1995	217.5
1996	174.8
1997	108.3
1998	84.5
1999	131.8
2000	151
2001	172.2
2002	135.9
2003	218
2004	135.5
2005	124
2006	176.6
2007	162.3
2008	124.8
2009	137.3
2010	143
2011	155.9
2012	101.5
2013	186.6
2014	170
2015	139
2016	215.9
2017	130.1
2018	83.4

Sumber : BMKG Stasiun Geofisika Winangun Manado

**Uji Data Outlier**

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik, nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien kemencengan (*Skewness*) dari data yang ada dan data pengamatan diubah dalam nilai log. (Tabel 3) Pengujian data outlier sebagai berikut:

a. Nilai rata-rata

$$\text{Log } \bar{X}_i = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = 2.159723$$

Tabel 3. Analisis data outlier

No.	Rmax	log Xi	(log Xi - log X)	(log Xi - log X) <sup>2</sup>	(log Xi - log X) <sup>3</sup>
1	83.4	1.921166	-0.2385574	0.0569096	-0.013576
2	84.5	1.926857	-0.2328667	0.0542269	-0.012628
3	101.5	2.006466	-0.1532574	0.0234878	-0.003600
4	108.3	2.034628	-0.1250950	0.0156488	-0.001958
5	124	2.093422	-0.0663017	0.0043959	-0.000291
6	124.8	2.096215	-0.0635088	0.0040334	-0.000256
7	130.1	2.114277	-0.0454461	0.0020654	-0.000094
8	131.8	2.119915	-0.0398080	0.0015847	-0.000063
9	135.5	2.131939	-0.0277841	0.0007720	-0.000021
10	135.9	2.133219	-0.0265040	0.0007025	-0.000019
11	137.3	2.137671	-0.0220529	0.0004863	-0.000011
12	139	2.143015	-0.0167086	0.0002792	-0.000005
13	143	2.155336	-0.0043874	0.0000192	0.000000
14	151	2.178977	0.0192535	0.0003707	0.000007
15	155.9	2.192846	0.0331227	0.0010971	0.000036
16	162.3	2.210319	0.0505951	0.0025599	0.000130
17	170	2.230449	0.0707255	0.0050021	0.000354
18	172.2	2.236033	0.0763097	0.0058232	0.000444
19	174.8	2.242541	0.0828180	0.0068588	0.000568
20	176.6	2.246991	0.0872673	0.0076156	0.000665
21	186.6	2.270912	0.1111882	0.0123628	0.001375
22	215.9	2.334253	0.1745292	0.0304604	0.005316
23	217.5	2.337459	0.1777358	0.0315900	0.005615
24	218	2.338456	0.1787331	0.0319455	0.005710
Σ	3579.9	51.83336	0.00000	0.300297749	-0.012302216
(X̄)	149.1625	2.159723			

Tabel 4. Nilai Kn untuk uji outlier

Jumlah Data	Kn	Jumlah Data	Kn	Jumlah Data	Kn	Jumlah Data	Kn
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.880	25	2.468	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Sumber : Soewarno, 1995

b. Standar Deviasi

$$Slog = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^2}{n-1}} = 0.11426471$$

c. Koefisien Kemencengan

$$CSlog = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log X)^3}{(n-1)(n-2)(Slog)^3} = -0.391117911$$

Dari hasil perhitungan didapat  $-0,4 \leq Cslog \leq 0,4$ . Maka, dilakukan uji outlier rendah dan tinggi sekaligus

• Uji outlier rendah

$$\log XL = \log X - Slog Kn$$

karena  $n = 24$  maka  $Kn = 2,467$  (Soewarno, 1995)

$$\log XL = 1,8878$$

$$XL = 75,4798 \text{ mm}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 83,4 sedangkan syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 75,4798 mm jadi tidak terdapat data outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

• Uji outlier tinggi

$$\log XH = \log X + Slog Kn$$

$$n = 24; Kn = 2,467 \text{ (Soewarno, 1995)}$$

$$\log XH = 2,441614463$$

$$XH = 276.4486435 \text{ mm.}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada adalah 218 mm sedangkan syarat tertinggi uji outlier tinggi diperoleh 276,4486435 mm jadi tidak terdapat data outlier tinggi. Maka masih menggunakan data tetap.

**Parameter Statistik**

Dari data pengamatan dilakukan perhitungan untuk mengetahui tipe distribusi yang akan digunakan untuk mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter statistik tersebut seperti berikut :

1. Rata-rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{3579,9}{24} = 149,1625$$

2. Standar Deviasi (Simpangan Baku)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{32843,9163}{24-1}} = 37,7888$$

3. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{37,7888}{149,1625} = 0,2533$$

4. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

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

$$CS = 0,24148$$

5. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$$CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$CK = 2,99783$$

Perhitungan selanjutnya terdapat pada tabel 5.

**Analisis Debit Saluran Eksisting Catchment Area**

*Catchment Area* (daerah tangkapan) merupakan luas daerah limpasan yang berpengaruh terhadap suatu saluran.

**Koefisien Pengaliran (C)**

Penentuan koefisien pengaliran (C) diperoleh dengan melihat penggunaan lahan pada lokasi perencanaan.

**Debit Limpasan**

Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Contoh perhitungan ditinjau S(26-27).

- Luas daerah pelayanan saluran ( $A_{dps}$ ) = 0,0002723 km<sup>2</sup>
- Panjang lintasan aliran di lahan ( $L_L$ ) = 26 m
- Panjang lintasan aliran di saluran ( $L_S$ ) = 11,4m
- Kemiringan dasar saluran ( $S$ ) = 0,0691341
- Nilai koefisien pengaliran (C) = 0,4
- Nilai V(kecepatan) untuk perhitungan  $T_s = 0,4$  m/det
- Koefisien kekasaran Manning ( $n$ ) = 0,013

**Waktu Konsentrasi**

- Waktu konsentrasi di saluran  $T_s = \frac{L_S}{60 \times V} = \frac{33}{60 \times 0,4} = 0,475$  menit
- Waktu konsentrasi di lahan  $T_L = [\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_L \times \frac{n}{\sqrt{S}}] = 2,8109$  menit
- Waktu konsentrasi total  $T_C = T_s + T_L = 0,475$  menit + 2,8109 menit = 3,2859 menit = 0,05477 jam

Tabel 5. Perhitungan parameter statistik data pengamatan

No.	Rmax	log Xi	(xi-X̄)	(xi-X̄) <sup>2</sup>	(xi-X̄) <sup>3</sup>	(xi-X̄) <sup>4</sup>	(log Xi - log X̄)	(log Xi - log X̄) <sup>2</sup>	(log Xi - log X̄) <sup>3</sup>
1	83.4	1.921166051	-65.7625	4324.706406	-284403.505	18703085.5	-0.2385574	0.0569096	-0.0135762
2	84.5	1.926856709	-64.6625	4181.238906	-270369.361	17482758.79	-0.2328667	0.0542269	-0.0126276
3	101.5	2.006466042	-47.6625	2271.713906	-108275.564	5160684.072	-0.1532574	0.0234878	-0.0035997
4	108.3	2.034628457	-40.8625	1669.743906	-68229.9104	2788044.712	-0.1250950	0.0156488	-0.0019576
5	124	2.093421685	-25.1625	633.1514063	-15931.6723	400880.7032	-0.0663017	0.0043959	-0.0002915
6	124.8	2.096214585	-24.3625	593.5314063	-14459.9089	352279.5302	-0.0635088	0.0040334	-0.0002562
7	130.1	2.114277297	-19.0625	363.3789063	-6926.9104	132044.2295	-0.0454461	0.0020654	-0.0000939
8	131.8	2.11991541	-17.3625	301.4564062	-5234.03685	90875.96487	-0.0398080	0.0015847	-0.0000631
9	135.5	2.131939295	-13.6625	186.6639063	-2550.29562	34843.4139	-0.0277841	0.0007720	-0.0000214
10	135.9	2.133219457	-13.2625	175.8939063	-2332.79293	30938.66626	-0.0265040	0.0007025	-0.0000186
11	137.3	2.137670537	-11.8625	140.7189063	-1669.27803	19801.81058	-0.0220529	0.0004863	-0.0000107
12	139	2.1430148	-10.1625	103.2764063	-1049.54648	10666.01609	-0.0167086	0.0002792	-0.0000047
13	143	2.155336037	-6.1625	37.97640625	-234.029604	1442.207432	-0.0043874	0.0000192	-0.0000001
14	151	2.178976947	1.8375	3.37640625	6.20414648	11.40011917	0.0192535	0.0003707	0.0000071
15	155.9	2.192846115	6.7375	45.39390625	305.841443	2060.606725	0.0331227	0.0010971	0.0000363
16	162.3	2.21031852	13.1375	172.5939063	2267.45244	29788.65647	0.0505951	0.0025599	0.0001295
17	170	2.230448921	20.8375	434.2014063	9047.6718	188530.8612	0.0707255	0.0050021	0.0003538
18	172.2	2.236033147	23.0375	530.7264063	12226.6096	281670.5183	0.0763097	0.0058232	0.0004444
19	174.8	2.242541428	25.6375	657.2814063	16851.0521	432018.847	0.0828180	0.0068588	0.0005680
20	176.6	2.246990699	27.4375	752.8164063	20655.4001	566732.5415	0.0872673	0.0076156	0.0006646
21	186.6	2.270911639	37.4375	1401.566406	52471.1423	1964388.391	0.1111882	0.0123628	0.0013746
22	215.9	2.334252642	66.7375	4453.893906	297241.745	19837170.93	0.1745292	0.0304604	0.0053162
23	217.5	2.337459261	68.3375	4670.013906	319137.075	21809029.88	0.1777358	0.0315900	0.0056147
24	218	2.338456494	68.8375	4738.601406	326193.474	22454343.29	0.1787331	0.0319455	0.0057097
Σ	3579.9	51.83336218	0.00000	32843.91625	274736.857	112774091.5	0.0000000	0.3002977	-0.0123022
(X̄)	149.1625	2.159723424							



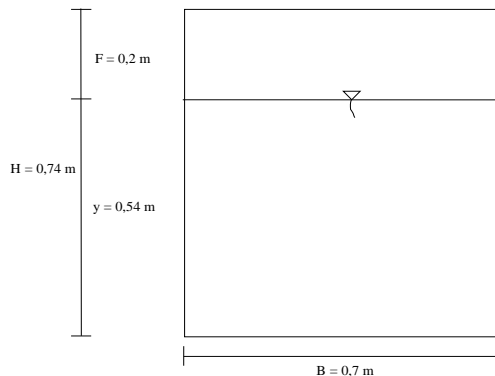




- Jari-jari hidraulis  
 $R = A/P = 0,144111 \text{ m}$
- Kecepatan aliran  
 $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 5,5595 \text{ m/det}$
- Debit kapasitas  
 $Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} = 0,96364 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit rencana  
 $Q \text{ S(26-27)} = 0,278 \text{ C I Adps}$   
 $= 0,01454 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q_{\text{tambahan}} = 0,6314625 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q_{\text{rencana}} = 0,646003 \text{ m}^3/\text{det}$

**Analisis Kapasitas Gorong-Gorong Eksisting**

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau gorong-gorong (35-40). Dimensi saluran seperti gambar 4.

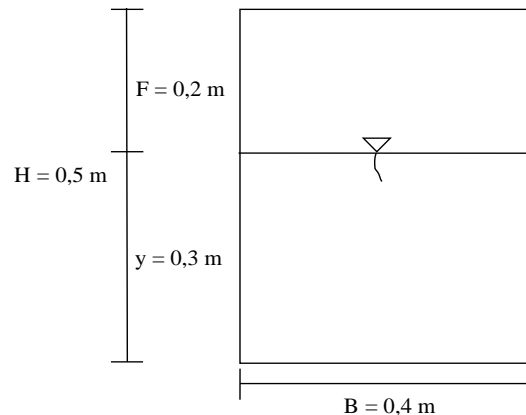


Gambar 4. Dimensi Gorong-Gorong Eksisting

- $y = H - F$   
 $= 0,74 - 0,2 = 0,54 \text{ m}$
- Luas penampang basah  
 $A = By$   
 $= 0,7 \times 0,54 = 0,378 \text{ m}$
- Keliling basaH  
 $P = B + 2y$   
 $= 0,7 + 2 \times 0,54 = 1,78$
- Jari-jari hidraulis  
 $R = A/P$   
 $= 0,378 / 1,78 = 0,21236$
- Debit kapasitas  
 $Q_{\text{kaps}} = \mu \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$   
 $= 3,5937 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit rencana  
 $Q \text{ S(34-35)} = 0,01384 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q \text{ S(36-35)} = 0,19184 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q \text{ G(35-40)} = Q \text{ S(34-35)} + Q \text{ S(36-35)}$   
 $= 0,01384 + 0,19184$   
 $= 0,20568 \text{ m}^3/\text{det}$

**Analisis Kapasitas Gorong-Gorong Rencana**

Gorong-gorong yang ditinjau sebagai contoh adalah G(5-8). Dan gorong-gorong direncanakan berbentuk persegi dengan bangunan gorong-gorong sama rata dengan saluran. Pada G(5-8) digunakan dimensi gorong-gorong seperti berikut: B = 0,4 m dan H = 0,5 m seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Dimensi Gorong-Gorong Rencana

Maka,

- $y = H - F$   
 $= 0,5 - 0,2$   
 $= 0,3 \text{ m}$
- Luas penampang basah  
 $A = By$   
 $= 0,4 \times 0,3$   
 $= 0,12 \text{ m}$
- Keliling basah  
 $P = B + 2y$   
 $= 0,4 + 2 \times 0,3 = 1 \text{ m}$
- Jari-jari hidraulis  
 $R = A/P$   
 $= 0,12 / 1 = 0,12$
- Debit kapasitas  
 $Q_{\text{kaps}} = \mu \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$   
 $= 0,8 \times \frac{1}{0,013} \times 0,12 \times 0,12^{\frac{2}{3}} \times 0,1641^{\frac{1}{2}}$   
 $= 0,7278 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit rencana  
  - $Q \text{ saluran (7-6)} = 0,0345 \text{ m}^3/\text{det}$
  - $Q \text{ saluran (6-5)} = 0,0694 \text{ m}^3/\text{det}$
  - $Q \text{ saluran (4-5)} = 0,0764 \text{ m}^3/\text{det}$ $Q_{\text{renc}} = Q \text{ S(7-6)} + Q \text{ S(6-5)} + Q \text{ S(4-5)}$   
 $Q_{\text{renc}} = 0,0345 \text{ m}^3/\text{det} + 0,0694 \text{ m}^3/\text{det} +$   
 $0,0764 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $= 0,1458 \text{ m}^3/\text{det}$

Perhitungan selanjutnya pada tabel 8.



Tabel 8. Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong Rencana

No.	Gorong-gorong	B		F	y	L	S	n	μ	A	P	R	Qkaps	Qrencana	Keterangan
		B	H												
1	G(5-8)	0,40	0,50	0,2	0,3	5	0,1641	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,7278	0,14585721	OK
2	G(18-16)	0,40	0,50	0,2	0,3	5	0,198	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,7995	0,16766384	OK
3	G(14-11)	0,40	0,50	0,2	0,3	5	0,0388	0,013	0,8	0,12	1	0,12	0,3537	0,32382361	OK
4	G(10-21)	0,40	0,70	0,2	0,5	6	0,0326	0,013	0,8	0,2	1,4	0,14286	0,6077	0,5906028	OK
5	G(23-22)	0,40	0,47	0,2	0,27	6	0,0794	0,013	0,8	0,108	0,94	0,11489	0,4427	0,01255735	OK
6	G(31-28)	0,30	0,40	0,2	0,2	6	0,0247	0,013	0,8	0,06	0,7	0,08571	0,1127	0,06075614	OK
7	G(35-40)	0,70	0,74	0,2	0,54	6	0,1884	0,013	0,8	0,378	1,78	0,21236	3,5937	0,20568648	OK
8	G(46-44)	0,33	0,35	0,2	0,15	6	0,029	0,013	0,8	0,0495	0,63	0,07857	0,0952	0,03975637	OK
9	G(42-43)	1,40	1,10	0,2	0,9	6	0,0403	0,013	0,8	1,26	3,2	0,39375	8,3593	1,22269537	OK
10	G(51-52)	0,28	0,28	0,2	0,08	6	0,0354	0,013	0,8	0,0224	0,44	0,05091	0,0356	0,00421389	OK
11	G(53-54)	0,20	0,36	0,2	0,16	6	0,0256	0,013	0,8	0,032	0,52	0,06154	0,0491	0,00865339	OK
12	G(55-56)	0,27	0,37	0,2	0,17	6	0,1078	0,013	0,8	0,0459	0,61	0,07525	0,1653	0,01297992	OK
13	G(57-58)	0,15	0,37	0,2	0,17	6	0,1716	0,013	0,8	0,0255	0,49	0,05204	0,0906	0,01731276	OK
14	G(60-61)	0,50	0,50	0,2	0,3	6	0,1239	0,013	0,8	0,15	1,1	0,13636	0,8609	0,00721546	OK

**Pembahasan**

• **Survey lokasi**

Survey lokasi yaitu untuk mengetahui keadaan atau permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian dan melihat kondisi saluran eksisting yang ada. Dilakukan wawancara dengan masyarakat sekitar untuk mengetahui yg lebih pasti bahwa di lokasi penelitian tersebut sering mengalami genangan pada saat hujan. Lokasi pembuangan mengarah langsung ke sungai sario, namun dialirkan ke saluran primer terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai tersebut.

• **Analisis Hidrologi**

Dalam analisis hidrologi dilakukan analisis terhadap kualitas data berupa uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang menyimpang. Dan dalam uji outlier tersebut tidak terdapat data yang menyimpang. Setelah itu analisis frekuensi dilakukan untuk mengetahui hujan rencana dan tipe distribusi yang digunakan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan data yang telah dikoreksi didapat Standar deviasi (S) = 37,7888, Koefisien variasi (Cv) = 0,2533, Koefisien kemencengan (Cs) = 0,24148, dan Koefisien kurtosis (Ck) = 2,99783 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi log-person III.

Hujan rencana yang didapat dari hasil analisis adalah XTR = 199,7546 mm. Untuk mengetahui debit rencana digunakan persamaan rasional untuk mencari debit rencana Q (m<sup>3</sup>/det) = 0,278CIA<sub>ds</sub>, untuk perhitungan Intensitas curah hujan pada persamaan rasional digunakan rumus Mononobe.

• **Analisis Hidraulika**

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengetahui kondisi saluran eksisting di lokasi penelitian apakah mampu menampung debit air yang masuk di saluran tersebut dengan mengacu pada Qkapasitas > Qrencana. Dari analisis yang

dilakukan, didapati beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit air di saluran tersebut, diakibatkan oleh terjadinya pendangkalan saluran, bahkan tidak memiliki saluran. Perlu dilakukan perbaikan-perbaikan serta penambahan saluran drainase baru dan penambahan pembuatan gorong-gorong. Hasil analisis adalah sebagai berikut:

- Membuat sistem drainase yang baru
- Membuat ruas saluran baru, yaitu: S(3-4), S(7-6), S(20-18), S(19-18), S(16-14), S(17-16), S(15-14), S(13-12), S(9-8), S(33-28), S(36-35), S(49-48), S(45-44), S(59-60).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu: S(11-10), S(30-31), S(28-27), S(21-26), S(26-27), S(27-42), S(38-39).
- Pembuatan gorong-gorong baru, yaitu: G(5-8), G(18-16), G(14-11), G(10-21), G(31-28), G(60-61).

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan:

1. Terdapat tiga puluh satu ruas saluran di lokasi penelitian dan enam ruas saluran diantaranya yang harus dirubah dimensi salurannya, yaitu: S(11-10), S(30-31), S(28-27), S(21-26), S(26-27), S(27-42), S(38-39).
2. Penambahan empat belas ruas saluran yang baru, yaitu: S(3-4), S(7-6), S(20-18), S(19-18), S(16-14), S(17-16), S(15-14), S(13-12), S(9-8), S(33-28), S(36-35), S(49-48), S(45-44), S(59-60).
3. Dari delapan gorong-gorong eksisting tidak perlu dilakukan perubahan dimensi.
4. Penambahan enam gorong-gorong yang baru, yaitu : G(5-8), G(18-16), G(14-11), G(10-21), G(31-28), G(60-61).

### Saran

Perlu adanya peran dari masyarakat untuk melakukan perawatan saluran drainase secara rutin dengan cara kerja bakti atau gotong royong

untuk membersihkan saluran dari sedimentasi dan sampah agar saluran tidak akan tersumbat dan dilakukan juga pemeliharaan secara berkala terhadap seluruh komponen sistem drainase.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), 2018. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Winangun, Manado.
- Chow, V. T., 1964. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Erlangga, Jakarta.
- Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, 1986. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Standart Perencanaan Irigasi KP-04, Jakarta.
- Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.
- Lengkong, Jeanifer., Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, 2018. *Penataan Sistem Saluran Drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5 Mei 2018 (323-338) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Nurhamidin, Achmad E., M. Ihsan Jasin, Fuad Halim, 2015. *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.9 September 2015 (599-612) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Ondang, Gisela., Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, 2018. *Pengembangan Sistem Drainase di Lingkungan Lima Kelurahan Wawalintouan Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.2 Februari 2018 (75-90) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Pania, Heri G., Hanny Tangkudung, Lingkan Kawet, Eveline M. Wuisan, 2018. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.3 Februari 2013 (164-170), Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Peraturan Menteri PU, 2014. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Rotikan Janti., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, 2019. *Penataan Sistem Drainase di Jalan Singa Laut Malalayang Dua*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.3 Maret 2019 (337-350) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Rurung M. A., Herawaty Riogilang, Liany A. Hendratta, 2019. *Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan Wenwin-Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.2 Februari 2019 (189-200) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Soemarto, 1986. *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya, hal 15.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Subarkah, Imam., 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.