

PENATAAN SISTEM DRAINASE DI JALAN SUNGAI MUSI KELURAHAN SINGKIL II KECAMATAN SINGKIL KOTA MANADO

Arsita Maria Manengkey

Jeffry S. F. Sumaraauw, Liany A. Hendratta

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: arsitamaria@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil adalah daerah yang seringkali tergenang akibat curah hujan yang tinggi. Genangan terjadi karena saluran yang ada tidak mampu menampung debit air. Bahkan ada beberapa titik di ruas jalan yang tidak memiliki saluran. Hal inilah yang mengakibatkan daerah tersebut sering tergenang dan merugikan masyarakat sekitar. Diperlukan penataan kembali dan penambahan sistem saluran drainase yang baru agar masyarakat dapat melakukan aktivitas dengan aman. Metode analisis yang dipakai adalah Analisis Hidrologi dengan menggunakan distribusi Log-Pearson III. Debit rencana dihitung dengan Metode Rasional. Analisis Hidraulika untuk menghitung kapasitas tumpang debit yang masuk di saluran eksisting dan rencana dengan menggunakan rumus Manning. Kedua hasil ini kemudian dibandingkan ($Q_{kaps} > Q_{renc}$) untuk melihat kemampuan dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis dari tiga puluh sembilan saluran eksisting terdapat dua saluran eksisting dan dua gorong-gorong eksisting yang tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Diperlukan perbaikan dimensi saluran dan gorong-gorong. Selain itu, ditambahkan sembilan ruas saluran rencana yang baru karena di beberapa titik ruas jalan belum memiliki saluran.

Kata Kunci: Debit Rencana, Analisis Hidrologi, Analisis Hidraulika, Genangan, Sistem Drainase.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase merupakan komponen terpenting dalam suatu perencanaan infrastruktur sebuah kota yang menanggulangi masalah banjir dan genangan air. Usaha tersebut berupa tindakan teknis untuk menangani air kelebihan (yang berasal dari air hujan, rembesan, kelebihan air irigasi, atau air buangan lainnya) dengan cara mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu.

Jalan Sungai Musi merupakan salah satu jalan yang terletak di Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado. Di daerah ini pertumbuhan penduduk cukup besar sehingga aktivitas masyarakat yang ada menjadi sangat ramai. Fasilitas-fasilitas yang terdapat di daerah ini antara lain pabrik, gereja, masjid dan lain sebagainya.

Jalan Sungai Musi pada dasarnya sudah memiliki saluran drainase, namun saluran yang ada tidak berfungsi dengan baik dan menyebabkan genangan di lokasi tersebut dan terdapat juga beberapa titik di ruas jalan yang tidak memiliki saluran, sehingga dibutuhkan penataan kembali

sistem saluran drainase agar tidak menyebabkan kerugian, kerusakan yang lebih parah dan masyarakat merasa nyaman melakukan aktivitas di daerah lokasi tersebut.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan pada beberapa titik ruas jalan di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado menjadi masalah yang mengganggu aktivitas masyarakat sekitar serta dapat merusak konstruksi jalan yang ada pada area genangan tersebut.

Tujuan Penelitian

Melakukan penataan kembali sistem drainase untuk mendapat sistem drainase yang lebih layak di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil, Kota Manado.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat membantu masalah sistem drainase di area Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil sehingga masyarakat sekitar dapat terlepas

dari masalah serius apabila terjadi genangan atau bahkan banjir.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris “drainage” 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})
2. Standar Deviasi (S)
3. Koefisien Variasi (C_V)
4. Koefisien Skewness (C_s)
5. Pengukuran Kurtosis (C_K)

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.
- $-0,4 \leq C_{s\log} \geq 0,4$; 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).

$$\text{Rumus Mononobe : } I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Keterangan:

- I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
 R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm),
 T = lamanya hujan (jam)

Periode Ulang

Periode Ulang adalah periode waktu/tahun dimana suatu 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. Metode yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q_{rencana} = 0,278 \times C \times I \times A_{dps} \quad (2)$$

Keterangan :

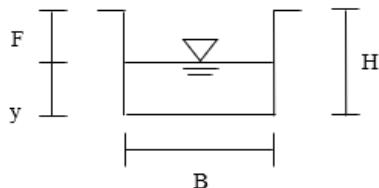
- $Q_{rencana}$ = debit rencana (m^3/det),
- C = koefisien pengaliran,
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam),
- A_{dps} = *catchment area* (km^2).

Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dimaksudkan untuk mencari dimensi hidraulik saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapnya.

Penampang Hidraulis Saluran

- Penampang Persegi



Rumus :

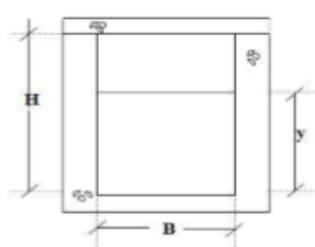
$$A = B \times y \quad (3)$$

$$P = B + 2y \quad (4)$$

$$R = \frac{B \times y}{B+2y} \quad (5)$$

Perencanaan Gorong-Gorong

Gorong-gorong merupakan salah satu bangunan pelengkap dalam sistem drainase. Gorong-gorong adalah sarana penyeberangan aliran air apabila di atasnya terdapat jalan atau pelintasan.



$$Q = \mu \times A \times V \quad (6)$$

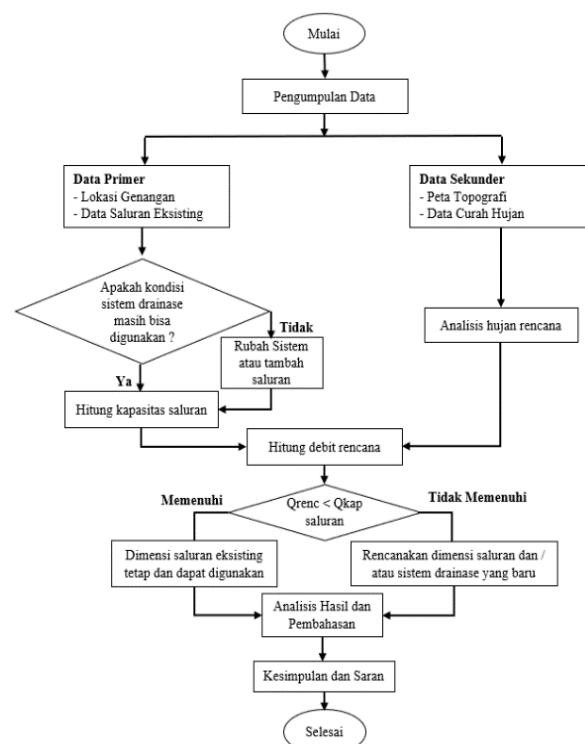
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$P = B + 2y \quad (8)$$

Gorong-gorong dapat berupa bois beton (lingkaran) atau *box culvert* (saluran empat persegi panjang) dengan pelat beton di atasnya sebagai penutup dan penahan dari jalan raya.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di lokasi penelitian, didapati kondisi saluran eksisting yang kurang baik sehingga perlu penataan kembali saluran yang bermasalah dan perlu penambahan saluran drainase demi kelancaran sistem drainase yang ada. Gambar di bawah ini merupakan beberapa keadaan saluran eksisting

yang ada di tempat penelitian, ada saluran yang dangkal bahkan ada yang tidak mempunyai saluran.



Gambar 2. Kondisi eksisting drainase

Analisis Hidrologi Data Curah Hujan

Dalam analisis hidrologi ini digunakan data curah hujan harian maksimum pengamatan selama 10 tahun yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I yang menggunakan DAS Talawaan.

Tabel 2. Curah hujan harian maksimum di Pos Stasiun Tinoor

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2008	161
2009	106
2010	110
2011	141,5
2012	118
2013	94
2014	94
2015	131
2016	151
2017	183

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. Pengujian data *outlier* sebagai berikut :

Tabel 3. Analisis Data *Outlier*

M	x(mm)	log xi	(log xi - log \bar{x})	(log xi - log \bar{x}) ²	(log xi - log \bar{x}) ³
1	94	1,9731	-0,1270	0,0161	-0,0020
2	94	1,9731	-0,1270	0,0161	-0,0020
3	106	2,0253	-0,0748	0,0056	-0,0004
4	110	2,0414	-0,0587	0,0034	-0,0002
5	118	2,0719	-0,0282	0,0008	0,0000
6	131	2,1173	0,0172	0,0003	0,0000
7	141,5	2,1508	0,0506	0,0026	0,0001
8	151	2,1790	0,0789	0,0062	0,0005
9	161	2,2068	0,1067	0,0114	0,0012
10	183	2,2625	0,1623	0,0264	0,0043
Σ	1289,5	21,001	0,0000	0,0889	0,0014
\bar{x}	128,95	2,100			

a. Nilai Rata-Rata

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log x_i}{n} = 2,100$$

b. Standar Deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\sum(\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} = 0,099393 \text{ (Koefisien Kemencengan (Skewness))}$$

$$C_{S\log} = \frac{n \sum (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log})^3} = 0,195231$$

Dari hasil perhitungan didapat $-0,4 \leq C_{S\log} \leq 0,4$. Maka, dilakukan uji *outlier* rendah dan tinggi sekaligus.

• Uji *outlier* tinggi

$$\text{Log } XH = \log X + Kn \times Slog$$

karena $n = 10$ maka $K_n = 2,036$ (Diambil dari tabel nilai Kn uji data *outlier* 'Soewarno', 1995)

$$\begin{aligned} \text{Log } XH &= 2,100 - [(2,036)(0,099393)] \\ &= 2,302477 \end{aligned}$$

$$XH = 200,66746 \text{ mm}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada adalah 183 sedangkan syarat terendah uji *outlier* tinggi diperoleh 200,66746 mm jadi tidak terdapat data *outlier* tinggi. Maka masih menggunakan data yang tetap.

• Uji *outlier* rendah

$$\text{Log } XL = \log X - Kn \times Slog$$

$$n = 10$$

$Kn = 2,036$ (diambil dari tabel nilai Kn uji data *outlier* 'Soewarno', 1995)

$$\text{Log } XL = 1,897747$$

$$XL = 79,02175 \text{ mm.}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 94 mm sedangkan syarat terendah uji *outlier* terendah diperoleh 79,02175 mm jadi tidak terdapat *outlier* rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

Tabel 4. Perhitungan parameter statistik pengamatan

M	xi (mm)	(xi - \bar{x})	(xi - \bar{x}) ²	(xi - \bar{x}) ³	(xi - \bar{x}) ⁴
1	94	-34,95	1221,5025	-42691,5124	1492068,3575
2	94	-34,95	1221,5025	-42691,5124	1492068,3575
3	106	-22,95	526,7025	-12087,8224	277415,5235
4	110	-18,95	359,1025	-6804,992375	128954,6055
5	118	-10,95	119,9025	-1312,932375	14376,6095
6	131	2,05	4,2025	8,6151	17,6610
7	141,5	12,55	157,5025	1976,656375	24807,0375
8	151	22,05	486,2025	10720,76513	236392,8710
9	161	32,05	1027,2025	32921,8401	1055144,9760
10	183	54,05	2921,4025	157901,8051	8534592,5670
Σ	1289,5	0,00000000000011369	8045,2250	97940,9100	13255838,5661
	\bar{x}	128,95			

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)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 128,95$$

2. Standar Deviasi (Simpangan Baku)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 29,89839275$$

3. Koefisien Variasi (Variation Coefficient)

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} = 0,23186$$

4. Koefisien Kemencengan (Skewness Coefficient)

$$CS = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = 0,50897$$

5. Koefisien Kurtosis (Kurtosis Coefficient)

$$CK = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 = 0,329143513$$

Analisis Distribusi Peluang

Berdasarkan parameter statistik perkiraan awal distribusi dilakukan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi, yaitu :

1. Distribusi Normal

$$Cs \approx 0 ; Ck \approx 3$$

2. Distribusi Log-Normal

$$Cs \approx Cv^3 + 3 Cv$$

$$Ck \approx Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$$

3. Distribusi Gumbel

$$Cs \approx 1,14 ; Ck \approx 5,40$$

- 4. Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log- Pearson III.

Tabel 5. Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No .	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 0,50897$ $Ck = 0,32914$	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	$Cs \approx Cv^3 + 3 Cv$ $Ck \approx Cv^8 + 6 Cv^6 + 15 Cv^4 + 16 Cv^2 + 3$	$Cs = 0,7080$ $Ck = 3,9044$		Tidak Memenuhi
3.	Distribusi Gumbel	$Cs \approx 1,14$ $Ck \approx 5,40$	$Cs \approx 1,14$ $Ck \approx 5,40$		Tidak Memenuhi
4.	Distribusi Log-Pearson III	Karena tidak ada yang memenuhi dari ketiga kriteria di atas maka tipe sebaran ini dianggap mengikuti tipe Distribusi Log-Pearson III			

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. Hasil perhitungan diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Debit Rencana

No.	Nama Saluran & Gorong-Gorong	Luas DPS (km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	Kemiringan Dasar Saluran (S)	<i>n</i>	Travel Time di Lahan		V	Travel Time di Saluran		C	Tc (jam)	I (mm/jam)	Qlimpas an (m ³ /det)	Qtambahan		Qtotol (m ³ /det)
							L _L (m)	T _L (menit)		L _S (m)	T _S (menit)					Nama Saluran	Jumlah Q (m ³ /det)	
SUBSISTEM 1																		
1	S(1-2)	0,00003025	101,5	4,6991581	0,046297	0,013	11	1,452524	0,4	101,5	4,229166667	0,4	0,09471	280,6786557	0,00094			0,00094
2	S(2-3)	0,000121	20,8	0,8739924	0,041898006	0,013	27,5	3,819108	0,4	20,8	0,869166667	0,4	0,07814	319,0726776	0,00429	S(1-2)	0,00094	0,00524
3	S(3-4)	0,00015125	9	7,0820465	0,786894	0,013	44	1,410004	0,4	9	0,375	0,4	0,02975	60,3962733	0,01022	S(2-3)	0,00524	0,01545
4	S(4-5)	0,00069575	30,55	5,2308045	0,171221	0,013	49,5	3,400576	0,4	30,55	1,272916667	0,4	0,07789	319,7451314	0,02474	S(3-4)	0,01545	0,04019
5	S(5-6)	0,00777425	118	3,2090749	0,027196	0,013	66	11,37682	0,4	118	4,916666667	0,4	0,27156	139,0664204	0,12022	S(4-5)	0,04019	0,16041
6	S(6-7)	0,006171	103	2,6505824	0,025734	0,013	77	13,64472	0,4	103	4,291666667	0,4	0,29894	130,4392691	0,08951	S(5-6)	0,16041	0,24992
7	S(7-8)	0,00257125	39,6	0,7067315	0,017847	0,013	77	16,38464	0,4	39,6	1,65	0,4	0,30058	129,965057	0,03716	S(6-7)	0,24992	0,28708
8	S(8-9)	0,0024805	34,5	0,7294378	0,021143	0,013	71,5	13,97808	0,4	34,5	1,4375	0,4	0,25693	144,2973936	0,0398	S(7-8)	0,28708	0,32688
9	S(9-10)	0,0073205	135	0,20561051	0,015220	0,013	132	30,40494	0,4	135	5,625	0,4	0,6005	81,93246016	0,0667	S(8-9)	0,32688	0,39358
10	S(22-21)	0,05768675	23,65	17,0504531	0,074015	0,013	88	9,194941	0,4	23,65	9,854166667	0,4	0,31749	125,3088951	0,80383			0,80383
11	S(21-10)	0,002541	79,28	1,2394973	0,015634	0,013	88	20,00634	0,4	79,28	3,303333333	0,4	0,38499	109,3191968	0,03095	S(22-21)	0,80383	0,83478
12	G(10-11)	6,5	0,0453763	0,006981	0,013	0	0	0	0,4	6,5	0,270833333	0,4	0,00451	2135,159126	0	S(9-10)+S(21-10)	1,19741	
13	S(28-27)	0,00039325	154	4,154574	0,026978	0,013	22	3,807551	0,4	154	6,416666667	0,4	0,1704	189,7338995	0,0083			0,0083
14	S(27-26)	4,5375E-05	19,5	1,9762746	0,101347	0,013	3,3	0,294668	0,4	19,5	0,8125	0,4	0,01845	835,1334416	0,00421	S(28-27)	0,0083	0,01251
15	S(29-26)	0,0009075	31,3	0,7744553	0,024743	0,013	77	13,91524	0,4	31,3	1,304166667	0,4	0,25366	145,5346926	0,01469			0,01469
16	G(26-25)	4	0,4814691	0,120367	0,013	0	0	0	0,4	4	0,166666667	0,4	0,00278	2951,2035	0	S(27-26)+S(29-26)	0,0272	0,0272
17	S(30-25)	0,000484	31,3	1,2559244	0,040125	0,013	60,5	8,858621	0,4	31,3	1,304166667	0,4	0,16483	193,9874656	0,01044			0,01044
18	S(25-24)	0,00105875	49,5	7,896237	0,159520	0,013	60,5	4,305998	0,4	49,5	2,0625	0,4	0,10614	260,1399062	0,03063	G(26-25)+S(30-25)	0,03764	0,06826
19	S(24-23)	0,000847	9,85	0,7183091	0,072925	0,013	71,5	7,526524	0,4	9,85	0,410416667	0,4	0,13228	224,627479	0,02116	S(25-24)	0,06826	0,08942
20	S(23-11)	0,00226875	87,3	2,4343104	0,027884	0,013	132	22,47082	0,4	87,3	3,6375	0,4	0,43514	101,5575743	0,02562	S(24-23)	0,08942	0,11504
21	S(11-12)	0,003388	63,2	0,5218944	0,082058	0,013	132	41,29111	0,4	63,2	2,633333333	0,4	0,73209	71,79390208	0,02705	G(10-11)+S(23-11)	1,31245	1,3395
22	S(12-13)	0,00341825	89,5	1,5947392	0,0178181	0,013	132	28,11037	0,4	89,5	3,729166667	0,4	0,53066	88,97209955	0,03382	S(11-12)	1,3395	1,37332
23	S(13-14)	0,007623	22,3	0,1868109	0,008377	0,013	159,5	49,53793	0,4	22,3	0,929166667	0,4	0,84112	65,44745315	0,05548	S(12-13)	1,37332	1,4288
24	S(14-15)	0,00420475	52,4	0,3791953	0,007237	0,013	159,5	53,2921	0,4	52,4	2,183333333	0,4	0,92471	61,44134928	0,02873	S(13-14)	1,4288	1,45752
25	S(32-31)	0,000363	72	0,2103047	0,085004	0,013	60,5	5,898764	0,4	72	3	0,4	0,14831	208,1330407	0,0084			0,0084
26	S(31-15)	0,0001815	38,4	0,6034931	0,157143	0,013	2,97	0,212978	0,4	38,4	1,6	0,4	0,03022	601,1321608	0,01213	S(32-31)	0,0084	0,02053
27	G(15-16)	6	0,104666	0,017444	0,013	0	0	0	0,4	6	0,25	0,4	0,00417	2252,189786	0	S(14-15)+S(31-15)	1,47806	1,47806
28	S(33-16)	0,0003025	110,4	12,529264	0,111044	0,013	2,97	0,253358	0,4	110,4	4,6	0,4	0,08089	311,7956857	0,01049			0,01049
29	S(16-17)	0,00075625	19,7	0,1853379	0,009408	0,013	110	32,23812	0,4	19,7	0,820833333	0,4	0,55098	86,7705369	0,0073	G(15-16)+S(33-16)	1,48855	1,49584
30	S(17-18)	0,002299	39,3	2,0210317	0,051426	0,013	110	13,78886	0,4	39,3	1,6375	0,4	0,25711	144,2301431	0,03687	S(16-17)	1,49584	1,53272
31	S(18-19)	0,000242	13,2	0,3995681	0,030270	0,013	11	1,797257	0,4	13,2	0,55	0,4	0,03912	506,047421	0,01362	S(17-18)	1,53272	1,54633
32	S(19-20)	0,0004235	159,5	1,2665057	0,007940	0,013	154	49,12736	0,4	159,5	6,645833333	0,4	0,92955	61,2277051	0,00288	S(18-19)	1,54633	1,54922
SUBSISTEM 2																		
33	S(34-35)	0,00057475	209	6,5776093	0,031472	0,013	2,497	0,400114	0,4	209	8,708333333	0,4	0,15181	204,9283739	0,0131			0,0131
34	S(35-36)	0,0001815	35,22	0,8568803	0,024329	0,013	44	0,818871	0,4	35,22	1,4675	0,4	0,15811	199,4488797	0,00403	S(34-35)	0,0131	0,01712
35	S(36-37)	0,00027225	13,41	7,0900945	0,028777	0,013	99	3,870122	0,4	13,41	0,55875	0,4	0,07381	331,4130004	0,01003	S(35-36)	0,01712	0,02716
36	S(37-38)	0,00075625	22,05	5,2596112	0,238531	0,013	220	12,8049	0,4	22,05	0,91875	0,4	0,22873	155,9260322	0,01311	S(36-37)	0,02716	0,04027
37	S(38-39)	0,000501575	67,4	0,0600893	0,000892	0,013	231	219,9223	0,4	67,4	2,808333333	0,4	0,71218	24,32456303	0,01366	S(37-38)	0,04027	0,05393
38	S(39-40)	0,0240185	90	3,7041054	0,041157	0,013	231	32,36812	0,4	90	0,75	0,4	0,60197	81,79904187	0,21847	S(38-39)	0,05393	0,27241
39	S(40-41)	0,0072975	92	1,3750024	0,014946	0,013	187	43,48202	0,4	92	3,833333333	0,4	0,78859	68,3224740	0,05493	S(39-40)	0,27241	0,32733
40	S(41-42)	0,007744	70	1,4669955	0,020957	0,013	170,5	33,47996	0,4	70	2,916666667	0,4	0,60661	81,38122579	0,07008	S(40-41)	0,32733	0,39741
41	S(42-43)	0,00287375	64,3	1,0211599	0,015881	0,013	225,5	50,86641	0,4	64,3	2,679166667	0,4	0,89243	62,91428418	0,0201	S(41-42)	0,39741	0,41752
42	S(43-44)	0,003751	140,5	1,0485085	0,007463	0,013	225,5	74,20355	0,4	140,5	5,854166667	0,4	1,3343	48,11673985	0,02007	S(42-43)	0,41752	0,43759
43	S(53-44)	0,00136125	85	6,3094196	0,074228	0,013	99	10,32942	0,4	85	0,541666667	0,4	0,23118	154,8105154	0,02344			0,02344
44	G(44-45)	5,5	0,2359267	0,042896	0,013	0	0	0	0,4	5,5	0,229166667	0,4	0,00382	2386,697392	0	S(43-44)+S(53-44)	0,46102	0,46102
45	S(54-45)	0,0016335	85	6,5453463	0,077004	0,013	132	13,52206	0,4	85	3,541666667	0,4	0,2844	134,8493891	0,02449			0,02449
46	S(45-46)	0,00577775	83,5	0,2412625	0,02889	0,013	158	81,44135	0,4	83,5	3,479166667	0,4	1,41534	46,2187535	0,02972	G(44-45)+S(54-45)	0,48552	0,51524
47	S(46-47)	0,0070785	63,7	0,8972661	0,014086	0,013	132	31,61615	0,4	63,7	2,654166667							

Tabel 7. Perhitungan Kapasitas Sistem Saluran Rencana

No.	Nama Saluran & Gorong-Gorong	S	Dimensi Saluran			F	y	m	A(m ²)	P (m)	n	R (m)	V (m ³ /det)	Debit kapasitas (m ³ /det)	Debit Rencana (m ³ /det)	Keterangan
			Ba (m)	B (m)	H (m)											
SUB SISTEM 1																
1	S(1-2)	0,046297	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,16667	0,04167	0,60276	0,013	0,069126606	2,787814103	0,11615892	0,0009441	OK
2	S(2-3)	0,041898	0,55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,16667	0,04667	0,65276	0,013	0,071491445	2,712026224	0,12656962	0,0052373	OK
3	S(3-4)	0,786894	0,51	0,47	0,3	0,2	0,1	0,06667	0,04767	0,67044	0,013	0,071097169	11,71070347	0,5582102	0,0154531	OK
4	S(4-5)	0,171221	0,5	0,3	1	0,2	0,8	0,1	0,304	1,90798	0,013	0,159330802	9,354813074	2,84386317	0,040191	OK
5	S(5-6)	0,027196	0,66	0,55	0,67	0,2	0,47	0,08209	0,27663	1,49316	0,013	0,185266975	4,122597287	1,14044885	0,1604134	OK
6	S(6-7)	0,025734	0,92	0,5	1,1	0,2	0,9	0,19091	0,60464	2,33251	0,013	0,259221549	5,016753456	3,03331157	0,2499228	OK
7	S(7-8)	0,017847	0,8	0,55	1,01	0,2	0,81	0,12376	0,5267	2,18236	0,013	0,24134449	3,983466929	2,098094	0,2870828	OK
8	S(8-9)	0,021143	0,85	0,6	1	0,2	0,8	0,125	0,56	2,21245	0,013	0,253112887	4,475594545	2,50633295	0,3268846	OK
9	S(9-10)	0,015230	1,13	0,9	0,8	0,2	0,6	0,14375	0,59175	2,11234	0,013	0,280140219	4,064396442	2,40510659	0,3935809	OK
10	S(22-21)	0,074015	1,13	0,9	0,8	0,2	0,6	0,14375	0,59175	2,11234	0,013	0,280140219	8,959833842	5,30198168	0,8038273	OK
11	S(21-10)	0,015634	1,13	0,9	0,8	0,2	0,6	0,14375	0,59175	2,11234	0,013	0,280140219	4,117951761	2,43679795	0,8347766	OK
12	G(10-11)	0,006981				0,2										
13	S(28-27)	0,026978	0,48	0,4	0,6	0,2	0,4	0,06667	0,17067	1,20178	0,013	0,142012067	3,439086	0,58693734	0,0082969	OK
14	S(27-26)	0,101347	0,48	0,4	0,6	0,2	0,4	0,06667	0,17067	1,20178	0,013	0,142012067	6,665711164	1,13761471	0,0125108	OK
15	S(29-26)	0,024743	0,48	0,4	0,6	0,2	0,4	0,06667	0,17067	1,20178	0,013	0,142012067	3,293564305	0,56210164	0,0146865	OK
16	G(26-25)	0,120367				0,2										
17	S(30-25)	0,040125	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,125	0,065	0,70311	0,013	0,092446037	3,150347261	0,20477257	0,0104406	OK
18	S(25-24)	0,159520	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,125	0,065	0,70311	0,013	0,092446037	6,28139833	0,40829089	0,0682649	OK
19	S(24-23)	0,072925	0,65	0,57	0,46	0,2	0,26	0,08699	0,15408	1,09196	0,013	0,141102184	5,63010756	0,86747718	0,0894217	OK
20	S(23-11)	0,027884	0,59	0,5	0,48	0,2	0,28	0,09375	0,14735	1,06246	0,013	0,138688155	3,441626591	0,50712368	0,1150432	OK
21	S(11-12)	0,008258	1,15	0,88	1,4	0,25	1,15	0,09643	1,13953	3,19067	0,013	0,357143585	3,518719777	4,00967544	1,3394994	OK
22	S(12-13)	0,017818	1,1	0,95	1	0,25	0,75	0,075	0,75469	2,45421	0,013	0,307506949	4,677996837	3,53042574	1,3733186	OK
23	S(13-14)	0,008377	1,1	0,95	1	0,25	0,75	0,075	0,75469	2,45421	0,013	0,307506949	3,207564024	2,42070847	1,4287969	OK
24	S(14-15)	0,007237	1,12	0,9	1,1	0,25	0,85	0,1	0,83725	2,60848	0,013	0,320972508	3,067616386	2,56836182	1,4575249	OK
25	S(32-31)	0,085004	0,74	0,65	0,63	0,2	0,43	0,07143	0,29271	1,51219	0,013	0,193564917	7,504608108	2,1966524	0,0084015	OK
26	S(31-15)	0,157143	1,12	0,9	1,1	0,2	0,9	0,1	0,891	2,70988	0,013	0,328906373	14,52955887	12,945837	0,020534	OK
27	G(15-16)	0,017444				0,25										
28	S(33-16)	0,111044	1,12	0,9	1,1	0,2	0,9	0,1	0,891	2,70898	0,013	0,328906373	12,21384765	10,8825383	0,0104882	OK
29	S(16-17)	0,009408	1,15	0,95	1,1	0,25	0,85	0,09091	0,87318	2,65701	0,013	0,328633203	3,553147453	3,10254375	1,4958441	OK
30	S(17-18)	0,051426	1,03	0,93	1,05	0,25	0,8	0,04762	0,77448	2,53181	0,013	0,305897861	7,919502481	6,13346611	1,5327164	OK
31	S(18-19)	0,030270	1,4	1,05	1	0,25	0,75	0,175	0,88594	2,5728	0,013	0,343438195	6,575017839	5,82505487	1,5463343	OK
32	S(19-20)	0,007940	1,4	1,05	1	0,25	0,75	0,175	0,88594	2,5728	0,013	0,344348195	3,367532162	2,98342302	1,5492177	OK
SUB SISTEM 2																
33	S(34-35)	0,031472	0,45	0,4	0,35	0,2	0,15	0,07143	0,06161	0,70076	0,013	0,08791421	2,698093068	0,16622181	0,0130974	OK
34	S(35-36)	0,024329	0,47	0,33	0,6	0,2	0,4	0,11667	0,15067	1,13543	0,013	0,132696152	3,121482796	4,07030341	0,0171229	OK
35	S(36-37)	0,528777	0,5	0,4	0,45	0,2	0,25	0,11111	0,10694	0,90308	0,013	0,118422294	13,48907147	1,44258123	0,0271561	OK
36	S(37-38)	0,238531	0,46	0,35	0,74	0,2	0,54	0,07432	0,21067	1,43298	0,013	0,147017497	10,46506317	2,20470597	0,0402687	OK
37	S(38-39)	0,000892	0,6	0,52	0,8	0,2	0,6	0,05	0,33	1,7215	0,013	0,191693395	3,673659527	0,25198656	0,0539332	OK
38	S(39-40)	0,041157	0,98	0,88	0,76	0,2	0,56	0,06579	0,51343	2,00242	0,013	0,256405384	6,928374639	3,23378444	0,2724067	OK
39	S(40-41)	0,014946	1,01	0,72	1	0,2	0,8	0,145	0,6688	2,33673	0,013	0,286211622	4,084190265	2,73150645	0,3273344	OK
40	S(41-42)	0,020957	1	0,79	1	0,2	0,8	0,105	0,6992	2,3988	0,013	0,29147958	4,895466873	3,42291044	0,3974145	OK
41	S(42-43)	0,015881	1	0,78	1	0,2	0,8	0,11	0,6944	2,38965	0,013	0,290586379	4,252864537	2,95318913	0,4175194	OK
42	S(43-44)	0,007463	0,9	0,8	1	0,2	0,8	0,05	0,672	2,402	0,013	0,279767006	2,842510758	1,91016723	0,4375895	OK
43	S(53-44)	0,074228	0,6	0,55	0,45	0,2	0,25	0,05556	0,14097	1,05077	0,013	0,134160746	5,492358352	0,77426996	0,0234351	OK
44	G(44-45)	0,042896			0,2											
45	S(54-45)	0,077004	0,6	0,55	0,45	0,2	0,25	0,05556	0,14097	1,05077	0,013	0,134160746	5,594103219	0,78861316	0,0244947	OK
46	S(45-46)	0,020889	1,15	0,88	1,4	0,2	1,2	0,09643	1,19486	3,29113	0,013	0,363053508	2,1042892	2,51432498	0,5152419	OK
47	S(46-47)	0,014086	1,15	0,81	1,4	0,25	1,15	0,12143	1,09209	3,12689	0,013	0,349256829	4,527698474	4,94465099	0,5819225	OK
48	S(47-48)	0,070205	1,1	1	0,83	0,25	0,58	0,06024	0,60027	2,1621	0,013	0,2776302	8,673959428	5,20667478	0,616455	OK
49	S(48-49)	0,005157	1,2	1,1	1	0,25	0,75	0,075	0,85313	2,60187	0,013	0,327886869	2,626752315	2,24094807	0,6248164	OK
50	S(49-50)	0,013692	0,85	0,6	1,2	0,25	0,95	0,10417	0,66401	2,51028	0,013	0,264516438	3,708950241	2,46278159	0,631241	OK
51	S(50-51)	0,040805	0,95	0,8	0,9	0,25	0,65	0,08333	0,55521	2,10451	0,013	0,263818831	6,391730547	3,54874206	0,6421633	OK
52	S(51-52)	0,011346	0,95	0,9	1,1	0,25	0,85	0,02273	0,78142	2,60044	0,013	0,300495592	3,675917687	2,87243727	0,7721612	OK

Tabel 8. Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong Eksisting

No.	Nama Gorong - Gorong	Dimensi		F (m)	y (m)	S	n	μ	A (m ²)
-----	----------------------	---------	--	-------	-------	---	---	-------	---------------------

Pembahasan

• Survey lokasi

Survei lokasi yaitu melakukan survei genangan yang terjadi pada lokasi penelitian dan melihat kondisi saluran eksisting yang ada. Serta melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mengetahui secara pasti bahwa lokasi penelitian di Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado sering terjadi genangan setiap kali hujan turun.

• Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi diperlukan data curah hujan. Data curah hujan yang diambil yaitu data curah hujan harian maksimum dengan data pengamatan selama 10 tahun dari tahun 2009 – 2018 yang diambil dari BMKG Stasiun Klimatologi Minahasa Utara.

Dalam analisis hidrologi ini dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang menyimpang dari data yang diambil, ternyata dalam uji outlier tidak terdapat data yang menyimpang. Setelah itu dilakukan analisis frekuensi untuk mengetahui hujan rencana dan tipe distribusi yang akan digunakan dengan melihat syarat-syarat tipe distribusi.

Dari hasil perhitungan didapat Standar deviasi ($S = 29,89839275$), Koefisien kemencengang (Skewness Coefficient) ($CS = 0,50897$), Koefisien kurtosis (Kurtosis Coefficient) ($CK = 0,329143513$) dan Koefisien variasi (Variation Coefficient) ($CV = 0,23186$) dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III, karena data yang ada tidak memenuhi ketiga distribusi yang ada, yaitu : distribusi normal, distribusi log normal, dan distribusi gumbel. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah $XTR = 168,2$ mm.

• Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengetahui kondisi kapasitas saluran eksisting yang ada di lokasi penelitian apakah saluran mampu menampung debit aliran yang masuk di saluran tersebut dengan mengacu pada syarat bahwa $Q_{\text{kapasitas}} > Q_{\text{rencana}}$. Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa beberapa saluran drainase dan gorong-gorong yang ada sudah tidak mampu menampung debit aliran yang masuk, hal ini terjadi karena ada beberapa saluran dan gorong-

gorong mempunyai ukuran dimensi yang dangkal bahkan ada yang tidak mempunyai saluran. Maka perlu dilakukan perbaikan saluran dan gorong-gorong serta penambahan saluran drainase baru di lokasi penelitian karena banyak saluran dan gorong-gorong yang fungsinya sudah tidak berjalan dengan baik. Dari hasil analisis maka dilakukan :

- Pembuatan sistem drainase yang baru.
- Pembuatan ruas saluran yang baru, yaitu : S(1-2), S(3-4), S(22-21), S(28-27), S(30-25), S(33-16), S(19-20), S(34-35), S(54-44).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu : S(13-14), S(43-44).
- Perubahan dimensi gorong-gorong eksisting, yaitu : G(10-11), G(15-16).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan:

1. Di lokasi penelitian tepatnya Jalan Sungai Musi Kelurahan Singkil II Kecamatan Singkil Kota Manado sudah memiliki sistem drainase namun sistem tersebut tidak mampu menampung debit air yang masuk di saluran, oleh karena itu perlu dilakukan penambahan ruas saluran baru, perubahan dimensi saluran eksisting serta penambahan gorong-gorong baru, agar dapat menampung debit air yang masuk di saluran dengan sistem yang direncanakan.
2. Dari tiga puluh sembilan ruas saluran eksisting yang ada terdapat dua saluran yang harus dirubah dimensinya, S(13-14), S(43-44).
3. Penambahan sembilan ruas saluran yang baru, S(1-2), S(3-4), S(22-21), S(28-27), S(30-25), S(33-16), S(19-20), S(34-35), S(54-44).
4. Dari empat gorong-gorong eksisting yang ada terdapat dua gorong-gorong yang harus dirubah dimensinya, G(10-11), G(15-16).
5. 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 kesadaran dari masyarakat sekitar untuk menjaga kebersihan lingkungan sekitar dan merawat saluran drainase secara berkala. Dengan cara tidak membuang sampah sembarangan dan melaksanakan kerja bakti setiap minggunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini, 1997. *Hidrologi Saluran Terbuka*, CV. Citra Media, Surabaya, hal.366
- Badan Wilayah Sungai Sulawesi I, 2018. Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Talawaan.
- Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, 1986. Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04, hal 103.
- Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan, hal 24; 55; 114.
- French, Richard H., 1986. *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, New York, hal 276.
- 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 Erwin., 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.
- Peraturan Menteri PU RI, 2014. Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, hal 63; 40.
- 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, Muhammad Alriansyah., 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.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung, hal 37.
- Subarkah, Imam., 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung, hal 55-56; 199; 200.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta, hal 7-8; 20-21; 27-31; 35-37; 39-42; 50-51; 66-67; 74; 82; 145.
- Triadmojo, Bambang., 2006. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 1; 206.

Halaman ini sengaja dikosongkan