

KAJIAN SISTEM DRAINASE DI KELURAHAN PERKAMIL KOTA MANADO

Lydia Lombogia

Tiny Mananoma, Hanny Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: lombogia.lydia@yahoo.com

ABSTRAK

Jalan Manguni Raya Kelurahan Perkamil Kota Manado sering terjadi genangan yang disebabkan oleh air hujan. Genangan tersebut mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat sekitar dan para pengguna jalan, maka dari itu perlu dilakukan penataan kembali sistem saluran drainase di daerah tersebut.

Survei lapangan dilakukan untuk mengetahui secara tepat penyebab terjadinya genangan. Dilakukan analisis hidrologi distribusi Log-Pearson III, kemudian menghitung debit rencana dengan Metode Rasional. Dilakukan analisis hidraulika untuk menghitung kapasitas tampung saluran eksisting dan saluran rencana menggunakan rumus Manning. Hasil dari kedua analisis ini dibandingkan ($Q_{\text{kapasitas}} > Q_{\text{rencana}}$) untuk melihat daya tampung dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis di lokasi penelitian terdapat enam ruas saluran eksisting dari dua puluh dua ruas saluran eksisting tidak mampu menampung debit aliran dengan kala ulang 10 tahun. Perlu dilakukan perubahan dimensi saluran agar mampu menampung debit aliran serta penambahan empat belas ruas saluran rencana, pada beberapa lokasi yang belum memiliki saluran.

Kata kunci : Kelurahan Perkamil, Jalan Manguni Raya, Sistem Drainase, Genangan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Secara etimologi drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum sistem drainase 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 (Suripin 2004).

Di Kelurahan Perkamil Kota Manado merupakan salah satu bagian dari Kota Manado yang sering mengalami genangan pada saat musim penghujan. Genangan tersebut mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat sekitar dan masyarakat pengguna jalan utama kawasan tersebut.

Dari hasil pengamatan di lapangan, saluran drainase yang ada di sekitar Jalan Raya Manguni sudah tidak mampu menampung

kapasitas air yang ada sehingga terjadi genangan air yang mengganggu aktivitas masyarakat sekitarnya. Dibutuhkan penataan kembali sistem drainase agar kapasitasnya memadai sesuai kebutuhan di daerah tersebut.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan air di Kelurahan Perkamil khususnya di Jalan Manguni Raya sehingga mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak konstruksi jalan di kawasan tersebut.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :
Penataan sistem drainase di kawasan Jalan Raya Manguni Kelurahan Perkamil.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap masalah genangan/banjir sehingga diperoleh sistem

drainase yang sesuai. Masyarakat sekitar terbebas dari masalah genangan air dan menjadi lebih nyaman dari keadaan sebelumnya.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

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

Analisis Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan di mana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi (Abdulkarim dkk., 2016).

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan merupakan penyelidikan awal data curah hujan sebelum diolah untuk digunakan pada analisis selanjutnya. Dalam analisis curah hujan diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan.

Parameter Statistik

Untuk menyelidiki susunan data kuantitatif dari sebuah variabel statistik, maka akan sangat membantu apabila kita mendefinisikan ukuran-ukuran numerik yang menjadi ciri data tersebut. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data. Parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan 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.
- $-0,4 \leq C_{S_{log}} \leq 0,4$;Uji bersama *outlier* tinggi atau rendah, kemudian koreksi.

Analisis Distribusi Peluang

Analisis distribusi peluang adalah menentukan besaran variabel hidrologi pada periode ulang tertentu. Analisis curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya. 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 curah 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 pelengkapannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Saluran Drainase

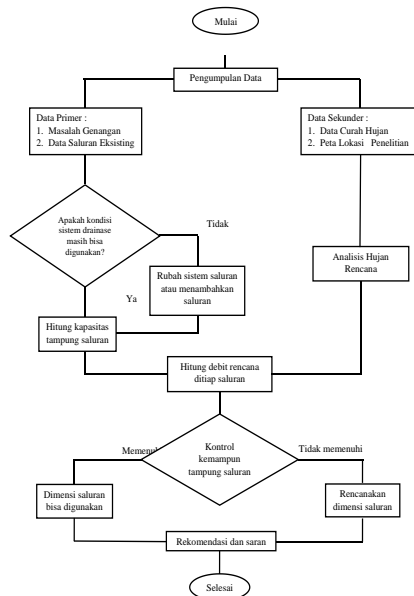
Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di tempat penelitian, kondisi saluran eksisting yang ada kurang baik sehingga perlu penataan kembali saluran-saluran yang bermasalah dan perlu penambahan saluran drainase demi kelancaran sistem drainase yang ada. Gambar di bawah ini merupakan beberapa keadaan saluran eksisting yang ada di tempat penelitian, ada saluran yang dangkal yang sudah tergenang air dan bahkan ada yang tidak mempunyai saluran.



Gambar 2. Kondisi Eksisting Drainase

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Setelah dilakukan survei ditemukan bahwa di beberapa lokasi penelitian tidak mempunyai saluran dan terdapat beberapa saluran sehingga menyebabkan daerah tersebut mengalami genangan pada saat hujan turun. Hal ini merupakan dasar untuk melakukan analisis terhadap saluran drainase yang ada di Jalan Manguni Raya Kelurahan Perkamil. Sistem drainase dibuat agar terhubung dengan outlet dan sudah dilengkapi dengan nama-nama saluran. Rencana sistem drainase dibuat seperti ini karena sudah melihat dan meninjau keadaan saluran eksisting dan topografi di daerah penelitian yang tidak memungkinkan untuk membuat sistem drainase yang lain.

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 Stasiun Tikala Sawangan. Data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum di stasiun Tikala Sawangan

No.	Tahun	Hujan Harian Max (mm)
1	2008	90,7
2	2009	100,3
3	2010	90
4	2011	120,3
5	2012	144
6	2013	130,8
7	2014	175
8	2015	110
9	2016	188
10	2017	123

(Sumber : Balai Wilayah Sungai Sulawesi I)

Uji Data Outlier

Pengujian data outlier dimulai dengan menghitung nilai-nilai parameter statistik, nilai

c. Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

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

$$= \frac{10 \times 0,00398}{9 \times 8 \times (0,110036^3)} = 0,414912$$

Dari hasil perhitungan didapat $C_{S_{log}} > 0,4$ Maka, uji outlier tinggi kemudian koreksi data lalu uji outlier rendah.

• Uji outlier tinggi

$$\log X_H = \log \bar{x} + K_n \times S_{log}$$

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

$$\log X_H = 2,091688 + (2,036 \times 0,110036)$$

$$= 2,31588$$

$$X_H = 206,958 \text{ mm}$$

Data curah hujan tertinggi yang ada adalah 188 mm sedangkan syarat tertinggi uji outlier tinggi diperoleh 206,958 mm jadi tidak terdapat data outlier tinggi. Maka masih menggunakan data tetap.

• Uji outlier rendah

$$\log X_L = \log \bar{x} - K_n \times S_{log}$$

karena $n = 10$

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_i (mm)	$\log x_i$	$(\log x_i - \log \bar{x})$	$(\log x_i - \log \bar{x})^2$	$(\log x_i - \log \bar{x})^3$
1	90	1,954242509	-0,13745	0,01889	-0,00260
2	90,7	1,957607287	-0,13408	0,01798	-0,00241
3	100,3	2,001300933	-0,09039	0,00817	-0,00074
4	110	2,041392685	-0,05030	0,00253	-0,00013
5	120,3	2,080265627	-0,01142	0,00013	0,00000
6	123	2,08991	-0,00178	0,00000	0,00000
7	130,8	2,116607744	0,02492	0,00062	0,00002
8	144	2,158362492	0,06667	0,00445	0,00030
9	175	2,243038049	0,15135	0,02291	0,00347
10	188	2,274157849	0,18247	0,03330	0,00608
Σ	1272,1	20,91688029	0,00000	0,10897	0,00398
\bar{x}	127,21	2,091688029			

a. Nilai Rata-Rata

$$\log \bar{x} = \frac{\Sigma \log x_i}{n} = \frac{20,91688}{10} = 2,091688$$

b. Standar Deviasi

$$S_{log} = \sqrt{\frac{\Sigma (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,10897}{10-1}}$$

$$= 0,110036$$

$K_n = 2,036$ (Diambil dari tabel K_n uji data outlier Seoewarno Hidrologi)

$$\log X_L = 2,091688 - (2,036 \times 0,110036) = 1,86749 \text{ mm}$$

$$X_L = 73,7043 \text{ mm}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 90 mm sedangkan syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 73,7043 mm jadi tidak terdapat data outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

Parameter Statistik

Untuk mengetahui tipe distribusi yang digunakan, terlebih dahulu harus mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter tersebut seperti berikut :

1. Rata-rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1272,1}{10} = 127,21$$

2. Standar Deviasi (Simpangan Baku)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{10077,469}{9}}$$

$$= 33,46219$$

$$C_K = 0,3681$$

Analisis Distribusi Peluang

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

3. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$$C_V = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{33,46219}{127} = 0,263047$$

1. Distribusi Normal $C_S \approx 0$; $C_K \approx 3$

2. Distribusi Log-Normal

$$C_S \approx C_V^3 + 3 C_V$$

$$C_K \approx C_V^8 + 6 C_V^6 + 15 C_V^4 + 16 C_V^2 + 3$$

4. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$$C_S = \frac{10}{9 \times 8 \times 33,46219^3} 213394,90092$$

$$C_S = 0,791022$$

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- Pearson III.

5. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$$C_K = \frac{10}{9 \times 8 \times 7 \times 33,46219^4} 2360540,48$$

Tabel 4. Perhitungan parameter statistik

M	X_i (mm)	$\log X_i$	$X_i - \bar{x}$	$(X_i - \bar{x})^2$	$(X_i - \bar{x})^3$	$(X_i - \bar{x})^4$	$X_i \log X_i - \log \bar{x}$	$(\log X_i - \log \bar{x})^2$	$(\log X_i - \log \bar{x})^3$
1	90	1,95424	-39,62	1569,7444	-62193,27313	2464097,481	-0,144263936	0,020812083	-0,003002433
2	90,7	1,95761	-38,92	1514,7664	-58954,70829	2294517,247	-0,140899159	0,019852573	-0,002797211
3	100,3	2,0013	-29,32	859,6624	-25205,30157	739019,442	-0,097205513	0,009448912	-0,000918486
4	110	2,04139	-19,62	384,9444	-7552,60913	148182,1911	-0,057113761	0,003261982	-0,000186304
5	120,3	2,08027	-9,32	86,8624	-809,55757	7545,076534	-0,018240818	0,000332727	-6,06922E-06
6	123	2,08991	-6,62	43,8244	-290,11753	1920,578035	-0,008601334	7,3983E-05	-6,36352E-07
7	130,8	2,11661	1,18	1,3924	1,64303	1,93877776	0,018101298	0,000327657	5,93102E-06
8	170,7	2,23223	41,08	1687,5664	69325,22771	2847880,354	0,133727075	0,017882931	0,002391432
9	180	2,25527	50,38	2538,1444	127871,7149	6442176,995	0,156766059	0,024575597	0,00385262
10	180,4	2,25624	50,78	2578,6084	130941,7346	6649221,281	0,157730088	0,024878781	0,003924132
Σ	1296,2	20,9851	0	11265,516	173134,753	21594562,58	-8,88178E-16	0,121447226	0,003262975
\bar{x}	129,62	2,09851							

Tabel 5. Tinjauan distribusi berdasarkan parameter statistik

No .	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Parameter Hasil Analisis	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$C_S \approx 0$ $C_K \approx 3$	$C_S \approx 0$ $C_K \approx 3$	$C_S = 0,79102$ $C_K = 0,3681$	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	$C_S \approx C_V^3 + 3C_V$ $C_K \approx C_V^8 + 6C_V^6 + 15C_V^4 + 16C_V^2 + 3$	$C_S = 1,02213$ $C_K = 4,91349$		Tidak Memenuhi
3.	Distribusi Gumbel	$C_S \approx 1,14$ $C_K \approx 5,40$	$C_S \approx 1,14$ $C_K \approx 5,40$		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. Daerah limpasan ditentukan berdasarkan kemiringan lahan yang bermuara pada saluran tertentu.
- **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. Sebagai contoh perhitungan tinjauan diambil pada Saluran (39-40).
 - Luas daerah pelayanan saluran (A_{dps}) = 0,005267758 km²
 - Panjang lintasan aliran di lahan (L_L) = 2633,879 m
 - Panjang lintasan aliran di saluran (L_S) = 33,9 m
 - Kemiringan dasar saluran (S) = 0,008731563
 - Nilai koefisien pengaliran (C) = 0,4
 - Nilai V(kecepatan) untuk perhitungan T_s = 0,4 m/det
 (n) = 0,013

- Koefisien kekasaran Manning
- Waktu Konsentrasi
- Waktu konsentrasi di saluran

$$T_s = \frac{L_S}{60 \times V} = \frac{33,9}{60 \times 0,4}$$

$$= 1,4125 \text{ menit}$$

- Waktu konsentrasi di lahan

$$T_L = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]$$

$$= \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 2633,879 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,008731563}} \right]$$

$$= 801,2642 \text{ menit}$$

- Waktu konsentrasi total

$$T_C = T_s + T_L = 1,4125 \text{ menit} + 801,2642 \text{ menit} = 802,6767 \text{ menit} = 13,37795 \text{ jam}$$

- Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dengan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{T_C} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{172,5}{24}$$

$$\left(\frac{24}{13,37795} \right)^{\frac{2}{3}} = 10,61188188 \text{ mm/jam} = 33,9 \text{ m}$$

- Debit Limpasan

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A_{dps} = 0,278 \times 0,4 \times 10,61188188 \times 0,005267758 = 0,006216172 \text{ m}^3/\text{det}$$

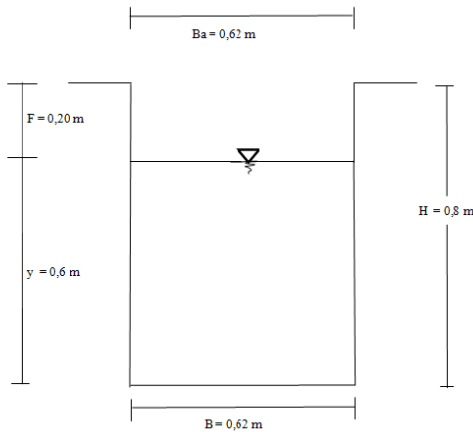
Tabel 6. Perhitungan Debit Rencana

No.	Saluran	Luas DPS (Km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi	Kemiringan Dasar Saluran (S)	Ls (m)	LI (m)	n	Waktu Konsentrasi				C	I (mm/jam)	Qlimpasan (m ³ /detik)	Qambahan	Qtotal
									TL (Mnt)	TS (Mnt)	Tc (Mnt)	Tc (Jam)					
Subsistem 1																	
1	S(1-2)	0,015787065	167,7	1,021	0,0060883	167,7	7,894	0,013	2875,75	6,9875	2882,74	48,0456	0,4	4,52497524	0,00794369	0	0,00794369
2	S(2-3)	0,001101271	146,8	0,154	0,001049	146,8	506	0,013	443,778	6,11667	449,895	7,49825	0,4	15,6103281	0,00175543	0,007943692	0,009699125
3	S(3-4)	0,004445035	24,8	0,138	0,0055645	24,8	2,129	0,013	811,458	1,03333	812,491	13,5415	0,4	10,5262508	0,005203	0,009699125	0,014902124
4	S(4-5)	0,002550212	21,3	0,159	0,0074648	21,3	1,275	0,013	419,53	0,8875	420,418	7,00697	0,4	16,3317241	0,00463141	0,014902124	0,019533532
5	S(5-6)	0,0025739734	41,6	0,285	0,006851	41,6	1,370	0,013	470,466	1,73333	472,2	7,86999	0,4	15,1147993	0,00460485	0,019533532	0,024138383
6	S(6-7)	0,025139368	27,6	1,000	0,0362319	27,6	1,167	0,013	174,312	1,15	175,462	2,92437	0,4	29,2435747	0,08175055	0,024138383	0,10588873
7	S(7-16)	0,002079364	19	3,5	0,1842105	19	1,040	0,013	68,8604	0,79167	69,652	1,16087	0,4	54,1415119	0,01251889	0	0,01251889
8	S(16-15)	0,001024692	16,4	2,872	0,175122	16,4	284	0,013	19,2953	0,68333	19,9786	0,33298	0,4	124,482903	0,0141843	0,01251889	0,026703184
9	S(15-14)	0,003737187	40,5	1,552	0,058321	40,5	925	0,013	134,387	1,6875	136,075	2,26791	0,4	34,6444958	0,01439739	0,026703184	0,041100577
10	S(14-13)	0,002808988	22,7	0,65	0,0286344	22,7	1,404	0,013	235,94	0,94583	236,886	3,9481	0,4	23,9401276	0,00747793	0,041100577	0,048578502
11	S(13-12)	0,002419833	30,2	0,54	0,0178808	30,2	1,210	0,013	257,21	1,25833	258,468	4,30781	0,4	22,5881799	0,00607815	0,048578502	0,054656653
12	G(12-23)	0,0000031					0								0,081359836	0,081359836	
13	S(18-19)	0,0007002	42,3	3,719	0,0879196	42,3	350	0,013	33,5641	1,7625	35,3266	0,58878	0,4	85,1304389	0,00662845	0	0,006628447
14	S(19-20)	0,0005701	15,9	0,822	0,0516981	15,9	285	0,013	35,6377	0,6625	36,3002	0,605	0,4	83,6013957	0,00529992	0,006628447	0,011928367
15	S(20-21)	0,001297406	40,1	0,512	0,0127681	40,1	649	0,013	163,196	1,67083	164,867	2,74778	0,4	30,4834623	0,0043979	0,011928367	0,016326263
16	S(21-22)	0,000882875	21,7	0,467	0,0215207	21,7	441	0,013	85,5395	0,90417	86,4436	1,44073	0,4	46,881066	0,00460258	0,016326263	0,020928845
17	S(22-23)	0,001193049	32,3	0,217	0,0067183	32,3	597	0,013	206,883	1,34583	208,229	3,47049	0,4	26,0890584	0,00346116	0,020928845	0,024390003
18	S(23-24)	0,000722398	24,2	0,134	0,0055372	24,2	361	0,013	137,984	1,00833	138,992	2,31653	0,4	34,1580391	0,00274394	0,024390003	0,027133941
19	S(24-25)	0,000951157	28	0,115	0,0041071	28	476	0,013	210,949	1,16667	212,116	3,53527	0,4	25,7693724	0,00272559	0,027133941	0,029859533
20	G(25-10)														0,054249536	0,054249536	
21	S(12-11)	0,001812952	23,2	2,858	0,1231897	23,2	228	0,01	14,2333	0,96667	15,2	0,25333	0,4	149,367856	0,0301126	0	0,030112599
22	S(11-10)	0,000456921	32,9	0,761	0,0231307	32,9	228	0,01	32,8473	1,37083	34,2181	0,5703	0,4	86,9591994	0,00441836	0,030112599	0,034530962
23	S(10-9)	0,000340846	38,3	0,654	0,0170757	38,3	170	0,013	37,0736	1,59583	38,6694	0,64449	0,4	80,1507727	0,00303788	0,034530962	0,037568843
24	S(9-8)	0,000284819	41,8	0,599	0,0143432	41,76	142	0,013	33,802	1,74008	35,5421	0,59237	0,4	84,786056	0,00268533	0,037568843	0,040254176
25	S(8-7)	0,80818257	88,3	0,422	0,0047775	88,33	404,091	0,013	166190	3,68046	166194	2769,9	0,4	0,30320935	0,02724939	0,040254176	0,067503571
26	G(7-26)	0,00001													0,173392301	0,173392301	
27	S(26-27)	0,002125696	37,3	0,596	0,0159786	37,3	1,063	0,013	239,017	1,55417	240,571	4,00952	0,4	23,6950378	0,00560097	0,173392301	0,178993272
28	S(27-28)	0,001545909	18,9	0,120	0,0063492	18,9	773	0,013	275,753	0,7875	276,54	4,60901	0,4	21,5930384	0,00371195	0,178993272	0,182705225
29	S(28-29)	0,002727682	24,3	0,144	0,0059259	24,3	1,364	0,013	503,63	1,0125	504,642	8,41071	0,4	14,4598455	0,00435893	0,182705225	0,18709116
30	G(29-38)														0,366084432	0,366084432	

Analisis Hidraulika

Analisis dimensi saluran yang dimaksudkan yaitu untuk mengetahui kapasitas debit air yang masuk ke dalam saluran.

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau Saluran 32-33. Diketahui dimensi saluran seperti gambar di bawah ini :



- Tinggi aliran di saluran
 $y = H - F = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ m}$
- Kemiringan dinding saluran
 $m = \frac{1}{H} \left(\frac{Ba - B}{2} \right) = \frac{1}{2,5} \left(\frac{0,62 - 0,62}{2} \right)$
 $= 0$
- Luas penampang basah

- $A = (B + my)y = (0,62 + 0 \times 0,6) \cdot 0,6 = 0,372 \text{ m}^2$
- Keliling Basah
 $P = B + 2y\sqrt{1 + m^2} = 0,62 + 2(0,6)\sqrt{1 + 0^2} = 1,82 \text{ m}$
- Jari – jari hidraulis
 $R = A/P = 0,372/1,82 = 0,204396 \text{ m}$
- Kecepatan aliran
 $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \frac{1}{0,013} \times 0,204396^{2/3} \times 0,005267758^{1/2} = 1,93724221 \text{ m/det}$
- Debit kapasitas
 $Q_{\text{kapasitas}} = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} = \frac{1}{0,013} \times 0,372 \times 0,204396^{2/3} \times 0,005267758^{1/2} = 0,720654102 \text{ m}^3/\text{det}$
- Debit rencana
 $Q_{\text{rencana}} = 0,278 \times C \times I \times A_{\text{dps}} = 0,278 \times 0,4 \times 10,61188188 \times 0,00526775 = 0,02123 \text{ m}^3/\text{de}$

Tabel 7. Perhitungan Kapasitas Sistem Saluran Rencana

No.	Saluran	S	Dimensi			F	y	m	A	P	n	R	V (m/det)	Qkapz (m³/det)	Debit Rencana	Keterangan
			Ba	B	H											
Subsistem 1																
1	S(1-2)	0,006088253	0,9	0,9	0,8	0,2	0,6	0	0,54	2,1	0,013	0,25714	2,42709047	1,31062885	0,00794369	OK
2	S(2-3)	0,001049046	0,95	0,9	0,82	0,2	0,62	0,0305	0,56972	2,14058	0,013	0,26615	1,03087875	0,58731174	0,00969913	OK
3	S(3-4)	0,005564516	0,7	0,64	0,6	0,2	0,4	0,05	0,264	1,441	0,013	0,18321	1,85096031	0,48865352	0,01490212	OK
4	S(4-5)	0,007464789	0,7	0,64	0,6	0,2	0,4	0,05	0,264	1,441	0,013	0,18321	2,14383899	0,56597349	0,01953353	OK
5	S(5-6)	0,006850962	0,7	0,69	0,62	0,2	0,42	0,0081	0,29122	1,53003	0,013	0,19034	2,10676609	0,61353786	0,02413838	OK
6	S(6-7)	0,036231884	0,7	0,68	0,62	0,2	0,42	0,0161	0,28845	1,52011	0,013	0,18975	4,83497697	1,39462571	0,10588873	OK
7	S(7-16)	0,184210526	0,5	0,49	0,45	0,2	0,25	0,0111	0,12319	0,99003	0,013	0,12443	8,22890653	1,01375557	0,01251889	OK
8	S(16-15)	0,175121951	0,42	0,41	0,45	0,2	0,25	0,0111	0,10319	0,91003	0,013	0,1134	7,54154636	0,77824569	0,02670318	OK
9	S(15-14)	0,038320988	0,38	0,35	0,4	0,2	0,2	0,0375	0,0715	0,75028	0,013	0,0953	3,1416876	0,22463066	0,04110058	OK
10	S(14-13)	0,028634361	0,38	0,38	0,42	0,2	0,22	0	0,0836	0,82	0,013	0,10195	2,84072165	0,23748433	0,0485785	OK
11	S(13-12)	0,017880795	0,38	0,38	0,36	0,2	0,16	0	0,0608	0,7	0,013	0,08686	2,01737708	0,12265653	0,05465665	OK
12	G(12-23)															
13	S(18-10)	0,087919622	0,3	0,21	0,22	0,2	0,02	0,2045	0,00428	0,25083	0,013	0,01707	1,5121706	0,00647484	0,00662845	GANTI
14	S(19-20)	0,051698113	0,35	0,32	0,31	0,2	0,11	0,0484	0,03579	0,54026	0,013	0,06624	2,86328631	0,10246409	0,01192837	OK
15	S(20-21)	0,01276808	0,36	0,35	0,31	0,2	0,11	0,0161	0,0387	0,57003	0,013	0,06788	1,44641454	0,05596924	0,01632626	OK
16	S(21-22)	0,021520737	0,38	0,35	0,4	0,2	0,2	0,0375	0,0715	0,75028	0,013	0,0953	2,35436192	0,16833688	0,02092884	OK
17	S(22-23)	0,006718266	0,38	0,37	0,43	0,2	0,23	0,0116	0,08572	0,83003	0,013	0,10327	1,3878013	0,11895555	0,02439	OK
18	S(23-24)	0,00553719	0,51	0,4	0,2	0,2	0	0,275	0	0,4	0,013	0	0	0	0,02713394	GANTI
19	S(24-25)	0,004107143	0,52	0,51	0,68	0,2	0,48	0,0074	0,24649	1,47003	0,013	0,16768	1,49904358	0,36950542	0,02985953	OK
20	G(25-10)															
21	S(12-11)	0,123189655														
22	S(11-10)	0,023130699	0,55	0,5	0,5	0,2	0,3	0,05	0,1545	1,10075	0,013	0,14036	3,15968904	0,48817196	0,03453096	OK
23	S(10-9)	0,017075718	0,45	0,42	0,31	0,2	0,11	0,0484	0,04679	0,64026	0,013	0,07307	1,75691392	0,08219807	0,03756884	OK
24	S(9-8)	0,014343183	0,45	0,42	0,28	0,2	0,08	0,0536	0,03394	0,58023	0,013	0,0585	1,38828462	0,04712235	0,04025418	OK
25	S(8-7)	0,004777485	0,46	0,5	0,22	0,2	0,02	-0,091	0,00996	0,54016	0,013	0,01845	0,37117947	0,0036983	0,06750357	GANTI
26	G(7-26)															
27	S(26-27)	0,015978552	1	0,9	1,8	0,2	1,6	0,0278	1,51111	4,10123	0,013	0,36845	4,9974283	7,55166943	0,17899327	OK
28	S(27-28)	0,006349206	1,42	1,4	2	0,2	1,8	0,005	2,5362	5,00004	0,013	0,50724	3,89842717	9,887191	0,18270523	OK
29	S(28-29)	0,005925926	1,22	1,2	1,2	0,2	1	0,0083	1,20833	3,20007	0,013	0,3776	3,09352046	3,73800389	0,18709116	OK
30	G(29-38)															

Analisis Kapasitas Gorong-gorong
Perhitungan Dimensi Gorong-gorong Eksisting dapat dilihat pada tabel 8. Sedang

analisis kapasitas gorong-gorong rencana diperlihatkan pada tabel 9. Dibawah ini

Tabel 8. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong Eksisting

No.	Gorong-gorong	Dimensi		F	y	L	S	n	μ	A	P	R	Qkaps	Qrencana	Keterangan
		B	H												
1	G(25-10)	0,44	0,5	0,2	0,3	3	0,026333	0,013	0,8	0,132	1,04	0,12692	0,3329154	0,05424954	OK
2	G(29-38)	0,8	0,65	0,2	0,45	8	0,272625	0,013	0,8	0,36	1,7	0,21176	4,10961396	0,36608443	OK
3	G(40-41)	0,44	0,85	0,2	0,65	11	0,010818	0,013	0,8	0,286	1,74	0,16437	0,54928912	0,06505856	OK

Tabel 9. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong Rencana

No.	Gorong-gorong	Dimensi		F(m)	y	L	S	n	μ	A	P	R	Qkaps	Qrencana	Keterangan
		B	H												
1	G(12-23)	0,40	0,41	0,2	0,21	3,5	0,515	0,013	0,8	0,084	0,82	0,10244	0,81215669	0,08135984	OK
2	G(25-10)	0,44	0,50	0,2	0,3	3	0,079	0,013	0,8	0,132	1,04	0,12692	0,57662638	0,05424954	OK
3	G(7-26)	0,60	0,55	0,2	0,35	4	0,275	0,013	0,8	0,21	1,3	0,16154	2,0100934	0,1733923	OK
4	G(29-39)	0,80	0,85	0,2	0,65	8	2,181	0,013	0,8	0,52	2,1	0,24762	18,6351908	0,36608443	OK
5	G(40-41)	0,44	0,85	0,2	0,65	11	0,119	0,013	0,8	0,286	1,74	0,16437	1,82178591	0,06505856	OK

Pembahasan

- **Survei 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 Manguni Raya Perkamil 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 2008 – 2017 yang diambil dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi Utara I pada Stasiun Tikala. 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) = 33,46219, Koefisien kemencengan (*Skewness Coefficient*) (C_s) = 0,791022, Koefisien kurtosis (*Kurtosis Coefficient*) (C_k) = 0,3681 dan Koefisien variasi (*Variation Coefficient*) (C_v) = 0,3681

dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah $X_{TR} = 172,5$ 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 $Q_{kapasitas} > Q_{rencana}$. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh bahwa saluran drainase yang ada sudah tidak mampu menampung debit aliran yang masuk, hal ini terjadi karena ada beberapa saluran mempunyai ukuran dimensi yang dangkal bahkan ada yang tidak mempunyai saluran. Perlu dilakukan perbaikan-perbaikan saluran serta penambahan saluran drainase baru di lokasi penelitian dan penambahan gorong-gorong baru karena banyak saluran yang fungsinya sudah tidak berjalan dengan baik. Dari hasil analisis maka dilakukan :

- Pembuatan sistem drainase yang baru.
- Pembuatan ruas saluran yang baru, yaitu : S(12-11),S(30-31), S(33-34), S(34-35), S(38-39), S(39-40).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu : S(18-19), S(23,24), S(8-7).

- Pembuatan gorong-gorong yang baru yaitu : G(12-23) dan G(7-26).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis maka disimpulkan :

1. Di Jalan Manguni Raya, Kelurahan Perkamil, Kota Manado sudah memiliki sistem drainase namun sistem itu tidak mampu menampung debit aliran yang masuk di saluran. Masih ada beberapa ruas jalan yang belum memiliki saluran, sehingga perlu penambahan ruas saluran baru serta perubahan dimensi saluran eksisting yang tidak mampu lagi

menampung debit aliran, agar sistem drainase dapat berfungsi dengan baik.

2. Terdapat empat puluh ruas saluran dan empat ruas diantaranya yang perlu diubah dimensi salurannya, yaitu : S(18-19), S(23-24), S(8-7).
3. Penambahan lima ruas saluran yang baru, yaitu : S(12-11), S(30-31), S(33-34), S(34-35), S(38-39), S(39-40).
4. Tiga gorong-gorong yang ada masih mampu mengalirkan debit sehingga tidak perlu perubahan dimensi.
5. Ada penambahan dua gorong-gorong yang baru, yaitu : G(12-23) dan G(7-26).

Saran

Perlu adanya perawatan saluran secara rutin oleh masyarakat setempat seperti kerja bakti membersihkan saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarim, Intan A. N. S., Cindy J. Supit, Liany A. Hendratta, 2016. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur*. Jurnal Sipil Statik Vol. 4 No. 11 November 2016 (705-714) ISSN: 2337-6372, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2018. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tinoor.
- Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.
- Lengkong, Jeanifer., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, 2018. *Penataan Sistem Drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil 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.
- Pania, Heri Giovan., Hanny Tangkudung, Lingkan Kawet, Evelin M. Wuisan, 2013. *Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.3 Februari 2013 (164-170), Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, ANDI OFFSET, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan