

TINJAUAN SISTEM DRAINASE DI JALAN PELLENG, KLEAK KECAMATAN MALALAYANG KOTA MANADO

Aditya Hizkia Reynaldo Pioh

Jeffrey S.F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: adityapioh18@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Pelleng, Kleak Kecamatan Malalayang Kota Manado sering terjadi genangan pada saat musim penghujan. Genangan tersebut mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat sekitar dan masyarakat pengguna jalan. Untuk itu dilakukan penataan kembali sistem drainase, yang direncanakan agar memberikan solusi penanganan genangan yang terjadi.

Analisis Hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit rencana (Q_{renc}). Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisa frekuensi terhadap data curah hujan dengan kala ulang 10 tahun menggunakan metode distribusi Log-Pearson III. Debit rencana dihitung dengan Metode Rasional. Analisis hidraulika untuk menghitung kapasitas tampung debit saluran eksisting dan saluran rencana dengan menggunakan rumus Manning. Hasil dari perbandingan Antara debit rencana dan debit kapasitas ($Q_{renc} \leq Q_{kaps}$), dapat diketahui kemampuan daya tampung dari setiap ruas saluran.

Berdasarkan hasil analisis di Jalan Pelleng, Kleak terdapat enam ruas saluran dari tiga puluh satu ruas saluran eksisting tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Diperlukan perubahan dimensi saluran agar saluran yang ada mampu menampung debit yang ada serta penambahan dua puluh satu ruas saluran rencana karena ada beberapa lokasi yang belum memiliki saluran.

Kata kunci : Analisis Hidrologi, Analisis Hidraulika, Debit Rencana, Debit Kapasitas, Genangan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu dasar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang merupakan komponen terpenting dalam suatu perencanaan infrastruktur sebuah kota dalam menanggulangi masalah banjir dan genangan air. Saluran drainase berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan tersebut dapat difungsikan secara optimal sesuai dengan kepentingan.

Pada saat hujan deras mengguyur kota manado, terdapat banyak lokasi ruas jalan yang di genangi oleh air. Seperti yang terjadi di daerah Kleak tepatnya di Jalan Pelleng terdapat genangan air yang disebabkan oleh tidak berfungsinya saluran drainase dengan optimal karena saluran drainase tersebut yang tersumbat dan juga tidak berfungsi dengan baik. Genangan air tersebut mengakibatkan kerusakan jalan yang mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat sekitar. Dari hasil survei di atas pentingnya penataan kembali jaringan sistem drainase di daerah kawasan tersebut agar supaya

sistem drainase yang ada pada daerah tersebut dapat berfungsi dengan baik yang bertujuan untuk mengurangi genangan air dan segala akibat yang akan terjadi.

Rumusan Masalah

Terjadinya genangan air di Jalan Pelleng, Kelurahan Kleak, Kecamatan Malalayang, Kota Manado sehingga mengganggu aktivitas masyarakat dan kerusakan jalan di daerah tersebut.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

Mengidentifikasi masalah sistem saluran drainase untuk mendapatkan sistem saluran drainase yang sesuai di Jalan Pelleng Kleak, Kecamatan Malalayang, Kota Manado.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu membantu menangani sistem saluran drainase yang ada di Jalan Pelleng Kleak, sehingga masyarakat sekitar bebas dari masalah genangan air dan menjadi lebih nyaman dari keadaan sebelumnya.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

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

Analisis Hidrologi

Siklus Hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kembali ke bumi (Karim, 2016)

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 menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data yang ada untuk dianalisis (Sukarno, 2017). Berikut ini adalah syarat untuk pengujian data *outlier* berdasarkan koefisien *skewness* (C_{Slog}).

- $C_{Slog} > 0,4$; uji *outlier* tinggi, koreksi data kemudian, *outlier* rendah.
- $C_{Slog} < -0,4$; uji *outlier* rendah, koreksi data kemudian, *outlier* tinggi.
- $-0,4 \leq C_{Slog} \leq 0,4$; 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 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 (Lengkon, 2018).

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

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

Sumber: Direktorat PLP Dept PU, 2012.

Waktu Konsentrasi

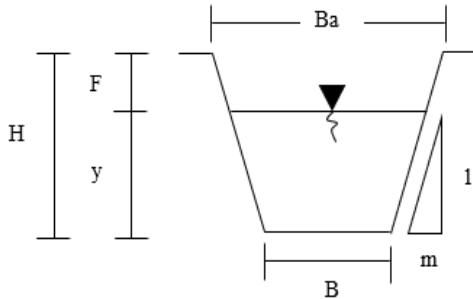
Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari satu titik terjauh dalam *catchment area* sampai pada titik yang ditinjau (titik kontrol).

Analisis Hidraulika

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

Penampang Hidraulis Saluran

- Penampang berbentuk trapesium



Rumus :

$$A = (B + my)y \tag{1}$$

$$P = B + 2y \sqrt{1 + m^2} \tag{2}$$

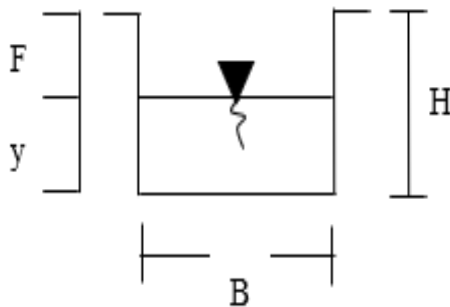
$$H = y + F \tag{3}$$

$$R = A/P \tag{4}$$

Keterangan :

- y = Kedalaman aliran, yaitu jarak vertikal dari dasar saluran yang terendah sampai permukaan basah (m),
- B = Lebar dasar saluran (m),
- Ba = Lebar atas saluran (m),
- m = Kaktor kemiringan tebing saluran,
- F = Tinggi jagaan,
- A = Luas penampang basah (m²),
- H = Tinggi total saluran.
- P = Keliling basah (m),
- = Jari-jari hidraulis (m).

- Penampang Persegi



Rumus :

$$A = B \times y \tag{5}$$

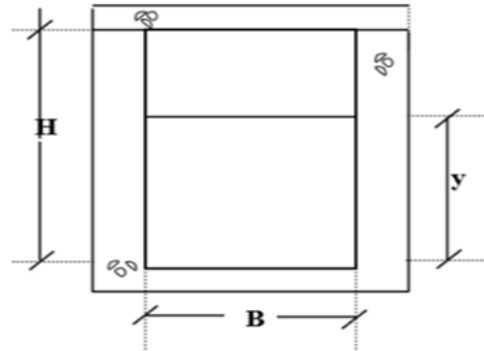
$$P = B + 2y \tag{6}$$

$$R = \frac{B \times y}{B+2y} \tag{7}$$

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. 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.

- Bentuk segi empat



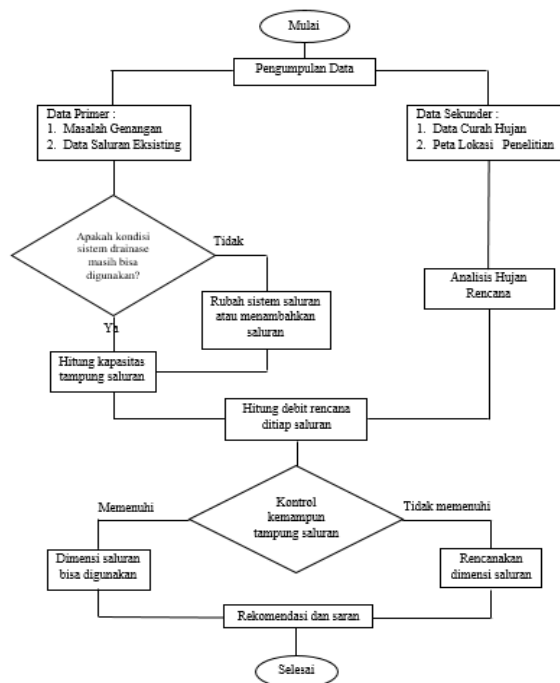
$$Q = \mu \times A \times V \tag{8}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \tag{9}$$

$$P = B + 2y \tag{10}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian :



ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di lokasi penelitian, kondisi saluran eksisting yang ada kurang baik karena terjadinya beberapa pendangkalan saluran dan tidak adanya saluran drainase serta gorong-gorong di beberapa titik sehingga perlu penataan kembali saluran-saluran yang bermasalah dan perlu adanya penambahan saluran drainase. 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 1. Kondisi eksisting di lapangan dan kondisi ruas yang tidak memiliki saluran

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 Tinoor.

Tabel 2. Curah hujan harian maksimum di Pos Stasiun Tinoor

No.	Tahun	Hujan Harian Max (mm)
1	2009	74,1
2	2010	65,4
3	2011	101,7
4	2012	102,4
5	2013	96,8
6	2014	110,5
7	2015	184
8	2016	108,2
9	2017	90,3
10	2018	156

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_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	65,4	1,8156	-0,2024	0,0410	-0,0083
2	74,1	1,8698	-0,1482	0,0220	-0,0033
3	90,3	1,9557	-0,0623	0,0039	-0,0002
4	96,8	1,9859	-0,0321	0,0010	0,0000
5	101,7	2,0073	-0,0107	0,0001	0,0000
6	102,4	2,0103	-0,0077	0,0001	0,0000
7	108,2	2,0342	0,0162	0,0003	0,0000
8	110,5	2,0434	0,0254	0,0006	0,0000
9	156	2,1931	0,1751	0,0307	0,0054
10	184	2,2648	0,2468	0,0609	0,0150
Σ	1089,4	20,180	0,0000	0,1605	0,0086
\bar{x}	108,94	2,018			

a. Nilai Rata-Rata

$$\log \bar{x} = \frac{\Sigma \log x_i}{n} = \frac{20,18011}{10} = 2,018011$$

b. Standar Deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{\Sigma (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,16051}{10-1}} = 0,133548$$

Koefisien Kemencengan (*Skewness*)

$$C_{S_{\log}} = \frac{n \Sigma (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log})^3} = \frac{10 \times (0,08860)}{9 \times 8 \times (0,133548^3)}$$

$$= 0,50132$$

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

• Uji outlier tinggi

$$\log X_H = \log X + K_n \times S_{\log}$$

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

$$\log X_H = 2,018011 + (2,036 \times 0,133548) = 2,29011$$

$$X_H = 195,03 \text{ mm}$$

Tidak terdapat data outlier tinggi karena syarat tertinggi uji outlier tinggi diperoleh 195,03 mm sedangkan data curah hujan tertinggi yang ada adalah 184 mm. Jadi masih menggunakan data yang tetap.

Tabel 4. Perhitungan parameter statistik pengamatan

M	x_i (mm)	$\log x_i$	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$	$(\log x_i - \log \bar{x})$	$(\log x_i - \log \bar{x})^2$	$(\log x_i - \log \bar{x})^3$
1	65,4	1,81557	-43,54	1895,7316	-82540,15386	3593798,29924	-0,20243	0,04098	-0,00829
2	74,1	1,86981	-34,84	1213,8256	-42289,68390	1473372,58722	-0,14819	0,02196	-0,00325
3	90,3	1,95568	-18,64	347,4496	-6476,46054	120721,22454	-0,06232	0,00388	-0,00024
4	96,8	1,98587	-12,14	147,3796	-1789,18834	21720,74649	-0,03214	0,00103	-0,00003
5	101,7	2,00732	-7,24	52,4176	-379,50342	2747,60479	-0,01069	0,00011	0,00000
6	102,4	2,01029	-6,54	42,7716	-279,72626	1829,40977	-0,00771	0,00006	0,00000
7	108,2	2,03422	-0,74	0,5476	-0,40522	0,29987	0,01622	0,00026	0,00000
8	110,5	2,04336	1,56	2,4336	3,79642	5,92241	0,02535	0,00064	0,00002
9	156	2,19312	47,06	2214,6436	104221,12782	4904646,27502	0,17511	0,03066	0,00537
10	184	2,26481	75,06	5634,0036	422888,31022	31741996,56481	0,24681	0,06091	0,01503
Σ	1089,4	20,18011	0,00	11551,204	393358,11288	41860838,93416	0,00000	0,16051	0,00860
\bar{x}	108,94	2,01801							

• **Uji outlier rendah**

$\text{Log } X_L = \log \bar{x} - K_n \times S_{\log}$
 $n = 10$

$K_n = 2,036$ (diambil dari tabel nilai K_n uji data outlier ‘Soewarno’, 1995)

$\text{Log } X_L = 1,74591$

$X_L = 55,71 \text{ mm.}$

Tidak terdapat data outlier rendah karena syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 55,71 mm sedangkan data curah hujan terendah yang ada adalah 65,4 mm. Jadi 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*)

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 108,94$

2. Standar Deviasi (*Simpangan Baku*)

$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 35,82551$

3. Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*)

$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = 0,32885$

4. Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*)

$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = 1,18817$

5. Koefisien Kurtosis (*Kurtosis Coefficient*)

$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 = 0,50421$

Analisis Distribusi Peluang

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

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- 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	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$		Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v$ $C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	$C_s = 1,02213$ $C_k = 4,91349$	$C_s = 1,188$ $C_k = 0,50421$	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.

• 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(15-16).

- Luas daerah pelayanan saluran (A_{DPS}) = 0,0038 km²

- Panjang lintasan aliran di lahan (L_L) = 132 m

- Panjang lintasan aliran di saluran (L_S) = 54 m

- Kemiringan dasar saluran (S) = 0,01602

- Nilai koefisien pengaliran (C) = 0,4

- Nilai V(kecepatan) untuk perhitungan

$$T_s = 0,4 \text{ m/det}$$

- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,013

• Waktu Konsentrasi

- Waktu konsentrasi di saluran

$$T_s = \frac{L_s}{60 \times V} = \frac{54}{60 \times 0,4} = 2,25 \text{ menit}$$

- Waktu konsentrasi di lahan

$$T_L = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] = 29,65 \text{ menit}$$

- Waktu konsentrasi total

$$T_C = T_s + T_L = 2,25 \text{ menit} + 29,65 \text{ menit}$$

$$= 31,9 \text{ menit} = 0,53 \text{ jam}$$

• Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi dengan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_C} \right)^{\frac{2}{3}} = 82,71 \text{ mm/jam}$$

• Debit Limpasan

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A_{DPS} = 0,0349 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 6. Perhitungan Debit Rencana

No.	Nama Saluran & Gorong-gorong	Luas DPS (km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi (m)	Kemiringan Dasar Saluran (s)	n	Travel Time di Lahan			V	Travel Time di Saluran		C	T _c (jam)	I (mm/jam)	Qlimpasan (m ³ /det)	Qtambahan		Qtotal (m ³ /det)
							L _L (m)	T _L (menit)	T _S (menit)		L _S (m)	T _S (menit)					Nama Saluran	Jumlah Q (m ³ /det)	
SUB SISTEM 1																			
1	S(1-2)	0.0001	42.2	0.124	0.002938	0.013	2.43	1.271695	0.4	42.2	1.758333	0.4	0.0505	397.2857	0.004418	-	-		0.004418
2	S(2-3)	0.000128	46	1.234	0.026826	0.013	2.55	0.442576	0.4	46	1.916667	0.4	0.039321	469.4101	0.006681	S(1-2)	0.004418		0.011099
3	S(3-4)	0.000296	101	1.122	0.011109	0.013	2.59	0.698538	0.4	101	4.208333	0.4	0.081781	288.0919	0.009483	S(2-3)	0.011099		0.020582
4	G(4-5)	0	5.5	0.154	0.028	0.013	0	0	0.4	5.5	0.229167	0.4	0.003819	2221.432	0	S(3-4)	0.020582		0.020582
5	S(5-6)	0.000328	106	8.486	0.080057	0.013	2.60	0.261217	0.4	106	4.416667	0.4	0.077965	297.4184	0.004233	-	-		0.004233
6	G(5-15)	0	4.6	0.135	0.029348	0.013	0	0	0.4	4.6	0.191667	0.4	0.003194	2502.475	0.082369	G(4-5); S(6-5)	0.024815		0.107185
7	S(14-15)	0.000416	106.2	8.421	0.079294	0.013	2.63	0.264994	0.4	106.2	4.425	0.4	0.078167	296.9062	0.013735	-	-		0.013735
8	S(15-16)	0.00038	54	0.865	0.016019	0.013	132	29.6475	0.4	54	2.25	0.4	0.531626	82.71087	0.03495	S(14-15); G(5-15)	0.120919		0.15587
9	S(7-8)	0.0003	17.2	2.915	0.169477	0.013	24	1.657227	0.4	17.2	0.716667	0.4	0.039565	467.4766	0.015595	-	-		0.015595
10	S(8-9)	0.0004	48.4	2.525	0.052169	0.013	36	4.480438	0.4	48.4	2.016667	0.4	0.108285	238.9209	0.010627	S(7-8)	0.015595		0.026222
11	S(11-10)	0.0001	14	4.388	0.313429	0.013	15	0.761637	0.4	14	0.583333	0.4	0.022416	682.7457	0.007592	-	-		0.007592
12	S(10-9)	0.00052	30	2.941	0.098033	0.013	36	3.268448	0.4	30	1.25	0.4	0.075307	304.3742	0.0176	S(11-10)	0.007592		0.025192
13	G(9-12)	0	4.5	0.142	0.031556	0.013	0	0	0.4	4.5	0.1875	0.4	0.003125	2539.412	0	S(8-9); S(10-9)	0.051414		0.051414
14	S(14-13)	0.000048	10	4.284	0.4284	0.013	1.27	0.05494	0.4	10	0.416667	0.4	0.00786	1373.032	0.007329	-	-		0.007329
15	S(13-12)	0.000168	37	3.101	0.083811	0.013	1.47	0.144342	0.4	37	1.541667	0.4	0.0281	587.2561	0.010971	S(14-13)	0.007329		0.0183
16	S(12-16)	0.00152	121	0.412	0.003405	0.013	131	63.81772	0.4	121	5.041667	0.4	1.147657	49.51749	0.00837	G(9-12); S(13-12)	0.069714		0.078084
17	G(16-17)	0	4.5	0.086	0.019111	0.013	0	0	0.4	4.5	0.1875	0.4	0.003125	2539.412	0	S(12-16); S(15-16)	0.233953		0.233953
18	S(24-23)	0.000096	31	0.113	0.003645	0.013	2.44	1.148834	0.4	31	1.291667	0.4	0.040675	458.9317	0.004899	-	-		0.004899
19	S(23-22)	0.000072	11	0.074	0.006727	0.013	2.43	0.842195	0.4	11	0.458333	0.4	0.021675	698.2123	0.00559	S(24-23)	0.004899		0.010489
20	S(48-22)	0.00088	52	1.468	0.028231	0.013	73	12.35058	0.4	52	2.166667	0.4	0.241954	139.7906	0.013679	-	-		0.013679
21	G(22-21)	0	3.4	0.068	0.02	0.013	0	0	0.4	3.4	0.141667	0.4	0.002361	3061.181	0	S(23-22); S(48-22)	0.024169		0.024169
22	S(19-20)	0.00018	9.4	1.202	0.127872	0.013	32	2.543827	0.4	9.4	0.391667	0.4	0.048925	405.77	0.008122	-	-		0.008122
23	S(20-21)	0.00048	35	0.3	0.008571	0.013	38	11.66764	0.4	35	1.458333	0.4	0.218766	149.5018	0.00798	S(19-20)	0.008122		0.016102
24	S(21-25)	0.00046	38	1.256	0.033053	0.013	28	4.378052	0.4	38	1.583333	0.4	0.099356	253.0284	0.012943	G(22-21); S(20-21)	0.04027		0.053213
25	S(25-26)	0.0019	101.6	1.142	0.01124	0.013	155	41.55961	0.4	101.6	4.233333	0.4	0.763216	64.99327	0.013732	S(21-25)	0.053213		0.066945
26	S(26-17)	0.000512	51.2	0.824	0.016094	0.013	72	16.13355	0.4	51.2	2.133333	0.4	0.304448	119.9383	0.006829	S(25-26)	0.066945		0.073774
27	G(17-18)	0.00022	22	0.216	0.009818	0.013	20	5.737734	0.4	22	0.916667	0.4	0.110907	235.1409	0.005752	G(16-17); S(26-17)	0.307727		0.313479
28	S(19-18)	0.00182	127	1.234	0.009717	0.013	152	43.84227	0.4	127	5.291667	0.4	0.818766	62.0193	0.012552	-	-		0.012552
29	G(18-35)	0	4.8	0.082	0.017083	0.013	0	0	0.4	4.8	0.2	0.4	0.003333	2432.47	0	S(17-18); S(19-18)	0.326031		0.326031
30	S(31-30)	0.00072	48.4	2.816	0.058182	0.013	54	6.36394	0.4	48.4	2.016667	0.4	0.139677	201.6278	0.016143	-	-		0.016143
31	S(27-28)	0.00024	35	2.827	0.080771	0.013	42	4.200939	0.4	35	1.458333	0.4	0.094321	261.9552	0.006991	-	-		0.006991
32	S(28-29)	0.00052	27	5.435	0.201296	0.013	52	3.294666	0.4	27	1.125	0.4	0.073661	308.8928	0.017861	S(27-28)	0.006991		0.024852
33	S(29-30)	0.00046	25.2	1.114	0.044206	0.013	54	7.300916	0.4	25.2	1.05	0.4	0.139182	202.1054	0.010338	S(28-29)	0.024852		0.035191
34	G(30-34)	0	3.6	0.098	0.027222	0.013	0	0	0.4	3.6	0.15	0.4	0.0025	2946.727	0	S(31-30); S(29-30)	0.051334		0.051334
35	S(32-33)	0.000074	33	5.364	0.162545	0.013	1.62	0.114223	0.4	33	1.375	0.4	0.02482	637.9122	0.005249	-	-		0.005249
36	S(33-34)	5.36E-05	17.6	1.185	0.06733	0.013	1.65	0.180762	0.4	17.6	0.733333	0.4	0.015235	883.2286	0.005264	S(32-33)	0.005249		0.010514
37	S(34-35)	0.000524	166	4.197	0.025283	0.013	1.66	0.295875	0.4	166	6.916667	0.4	0.120209	222.8479	0.012985	G(30-34); S(33-34)	0.061847		0.074832
38	S(35-36)	0.000208	104	1.247	0.01199	0.013	2.02	0.5231	0.4	104	4.333333	0.4	0.080941	290.0831	0.00671	G(18-35); S(34-35)	0.400864		0.407573
39	S(36-37)	0.000158	50.5	9.523	0.188574	0.013	1.34	0.087718	0.4	50.5	2.104167	0.4	0.036531	493.0099	0.008662	S(35-36)	0.407573		0.416235
40	S(32-40)	0.00164	67	5.328	0.079522	0.013	72	7.257946	0.4	67	2.791667	0.4	0.167494	178.6355	0.032577	-	-		0.032577
41	S(40-39)	0.00372	56.5	3.086	0.054619	0.013	55	6.689827	0.4	56.5	2.354167	0.4	0.150733	191.6434	0.079276	S(32-40)	0.032577		0.111853
42	S(39-38)	0.00472	90	1.416	0.015733	0.013	48	10.87819	0.4	90	3.75	0.4	0.243803	139.0829	0.073	S(40-39)	0.111853		0.184853
43	S(38-37)	0.00124	34.7	0.487	0.014035	0.013	44	10.55793	0.4	34.7	1.445833	0.4	0.200063	158.6801	0.02188	S(39-38)	0.184853		0.206733
44	G(37-43)	0	5.3	1.824	0.344151	0.013	0	0	0.4	5.3	0.220833	0.4	0.003681	2276.972	0	S(36-37); S(38-37)	0.622968		0.622968
45	S(41-42)	0.000476	130	7.112	0.054708	0.013	1.51	0.18291	0.4	130	5.416667	0.4	0.093326	263.8137	0.013964	-	-		0.013964
46	S(42-43)	0.000498	158	2.124	0.013443	0.013	1.59	0.388603	0.4	158	6.583333	0.4	0.116199	227.9459	0.012623	S(41-42)	0.013964		0.026587
47	S(43-44)	0.000168	57.6	2.576	0.044722	0.013	1.07	0.144166	0.4	57.6	2.4	0.4	0.042403	446.3791	0.008339	G(37-43); S(42-43)	0.649555		0.67894
48	S(44-45)	0.000896	32.2	2.056	0.063851	0.013	60	6.749841	0.4	32.2	1.341667	0.4	0.134858	206.4023	0.020565	S(43-44)	0.67894		0.678459

Analisis Hidraulika

Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas dilihat pada Tabel 7 dibawah ini:

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

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)	0.002938	0.27	0.24	0.4	0.2	0.2	0.0375	0.0495	0.640281	0.013	0.07730979	0.7567183	0.0374576	0.004418	OK
2	S(2-3)	0.026826	0.3	0.25	0.4	0.2	0.2	0.0625	0.0525	0.65078	0.013	0.08067236	2.3522591	0.1234936	0.011099	OK
3	S(3-4)	0.011109	0.3	0.27	0.9	0.2	0.7	0.016667	0.197167	1.670194	0.013	0.11805013	1.9510573	0.3846835	0.020582	OK
4	G(4-5)	0.028000				0.2									0.020582	
5	S(5-6)	0.080057	0.38	0.35	0.28	0.2	0.08	0.053571	0.028343	0.510229	0.013	0.05554924	3.1686479	0.0898085	0.004233	OK
6	G(5-15)	0.029348				0.2									0.107185	
7	S(14-15)	0.079294	0.4	0.38	0.3	0.2	0.1	0.033333	0.038333	0.580111	0.013	0.0660793	3.5404069	0.1357156	0.013735	OK
8	S(15-16)	0.016019	0.56	0.5	0.51	0.2	0.31	0.058824	0.160653	1.121072	0.013	0.143303	2.6660687	0.4283118	0.15587	OK
9	S(7-8)	0.169477	0.45	0.4	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.040833	0.600693	0.013	0.06797701	5.2745623	0.215378	0.015595	OK
10	S(8-9)	0.052169	0.48	0.46	0.3	0.2	0.1	0.033333	0.046333	0.660111	0.013	0.07019021	2.9896178	0.138519	0.026222	OK
11	S(11-10)	0.313429	0.45	0.45	0.3	0.2	0.1	0	0.045	0.65	0.013	0.06923077	7.2609266	0.3267417	0.007592	OK
12	S(10-9)	0.098033	0.8	0.78	0.25	0.2	0.05	0.04	0.0391	0.88008	0.013	0.04442778	3.0212033	0.118129	0.025192	OK
13	G(9-12)	0.031556													0.051414	
14	S(14-13)	0.428400	0.45	0.4	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.040833	0.600693	0.013	0.06797701	8.3860241	0.3424293	0.007329	OK
15	S(13-12)	0.083811	0.9	0.88	0.6	0.2	0.4	0.016667	0.354667	1.680111	0.013	0.21109715	7.8951718	2.8001543	0.0183	OK
16	S(12-16)	0.003405	0.38	0.33	0.62	0.2	0.4	0.040323	0.138452	1.13065	0.013	0.1224531	1.1068593	0.1532465	0.078084	OK
17	G(16-17)	0.019111													0.233953	
18	S(24-23)	0.003645	0.27	0.27	0.4	0.2	0.2	0	0.054	0.67	0.013	0.08059701	0.8665514	0.0467938	0.004899	OK
19	S(23-22)	0.006727	0.3	0.26	0.4	0.2	0.2	0.05	0.054	0.6605	0.013	0.08175628	1.1884756	0.0641777	0.010489	OK
20	S(48-22)	0.028231	0.3	0.28	0.4	0.2	0.2	0.025	0.057	0.680125	0.013	0.08380813	2.4751912	0.1410859	0.013679	OK
21	G(22-21)	0.020000				0.2									0.024169	
22	S(19-20)	0.127872	0.4	0.4	1	0.2	0.8	0	0.32	2	0.013	0.16	8.1069646	2.5942287	0.008122	OK
23	S(20-21)	0.008571	0.3	0.25	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.025833	0.450693	0.013	0.05731911	1.0587242	0.0273504	0.016102	OK
24	S(21-25)	0.033053	0.35	0.3	0.35	0.2	0.15	0.071429	0.046607	0.600764	0.013	0.07757974	2.5438523	0.1185617	0.053213	OK
25	S(25-26)	0.011240	0.34	0.32	0.35	0.2	0.15	0.028571	0.048643	0.620122	0.013	0.07844073	1.4944129	0.0726925	0.066945	OK
26	S(26-17)	0.016094	0.42	0.4	0.35	0.2	0.15	0.028571	0.060643	0.700122	0.013	0.0866175	1.9103915	0.1158516	0.073774	OK
27	S(17-18)	0.009818	0.7	0.68	0.45	0.2	0.25	0.022222	0.171389	1.180123	0.013	0.14522963	2.1059223	0.3609317	0.313479	OK
28	S(19-18)	0.009717	0.65	0.62	0.25	0.2	0.05	0.06	0.03115	0.72018	0.013	0.04325309	0.9343088	0.0291037	0.012552	OK
29	G(18-35)	0.017083				0.2									0.326031	
30	S(31-30)	0.058182	0.48	0.47	0.25	0.2	0.05	0.02	0.02355	0.57002	0.013	0.04131434	2.2174347	0.0522206	0.016143	OK
31	S(27-28)	0.080771	0.45	0.4	0.25	0.2	0.05	0.1	0.02025	0.500499	0.013	0.04045964	2.5765202	0.0521745	0.006991	OK
32	S(28-29)	0.201296	0.45	0.4	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.040833	0.600693	0.013	0.06797701	5.7484302	0.2347276	0.024852	OK
33	S(29-30)	0.044206	0.5	0.49	0.3	0.2	0.1	0.016667	0.049167	0.690028	0.013	0.07125317	2.7797246	0.1366698	0.035191	OK
34	G(30-34)	0.027222													0.051334	
35	S(32-33)	0.162545	0.45	0.4	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.040833	0.600693	0.013	0.06797701	5.1655764	0.2109277	0.005249	OK
36	S(33-34)	0.067330	0.49	0.49	0.28	0.2	0.08	0	0.0392	0.65	0.013	0.06030769	3.0695494	0.1203263	0.010514	OK
37	S(34-35)	0.025283	0.35	0.3	0.4	0.2	0.2	0.0625	0.0625	0.70078	0.013	0.08918627	2.4415789	0.1525987	0.074832	OK
38	S(35-36)	0.011990	0.45	0.45	0.6	0.2	0.4	0	0.18	1.25	0.013	0.144	2.3140969	0.4165374	0.407573	OK
39	S(36-37)	0.188574	0.5	0.5	0.7	0.2	0.5	0	0.25	1.5	0.013	0.16666667	10.116502	2.5291254	0.416235	OK
40	S(32-40)	0.079522	0.4	0.4	0.25	0.2	0.05	0	0.02	0.5	0.013	0.04	2.537122	0.0507424	0.032577	OK
41	S(40-39)	0.054619	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0.04	0.6	0.013	0.06666667	2.9557626	0.1182305	0.111853	OK
42	S(39-38)	0.015733	0.6	0.6	0.35	0.2	0.15	0	0.09	0.9	0.013	0.1	2.0787409	0.1870867	0.184853	OK
43	S(38-37)	0.014035	0.35	0.35	0.5	0.2	0.3	0	0.105	0.95	0.013	0.11052632	2.0987797	0.2203719	0.206733	OK
44	G(37-43)	0.344151													0.622968	
45	S(41-42)	0.054708	0.4	0.4	0.25	0.2	0.05	0	0.02	0.5	0.013	0.04	2.1043639	0.0420873	0.013964	OK
46	S(42-43)	0.013443	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0.04	0.6	0.013	0.06666667	1.4663732	0.0586549	0.026587	OK
47	S(43-44)	0.044722	0.4	0.4	0.6	0.2	0.4	0	0.16	1.2	0.013	0.13333333	4.2456497	0.679304	0.657894	OK
48	S(44-45)	0.063851	1.25	1.23	0.88	0.2	0.68	0.011364	0.841655	2.590088	0.013	0.32495213	9.1872709	7.7325083	0.678459	OK
49	S(47-46)	0.154000	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0.04	0.6	0.013	0.06666667	4.9631359	0.1985254	0.07946	OK
50	S(46-45)	0.017595	1.16	1.15	0.9	0.2	0.7	0.005556	0.807722	2.550022	0.013	0.31675113	4.7413362	3.8296826	0.185215	OK
51	G(45-53)	0.021343													0.863674	
52	S(48-49)	0.095765	0.4	0.4	0.25	0.2	0.05	0	0.02	0.5	0.013	0.04	2.7841933	0.0556839	0.007175	OK
53	S(49-50)	0.061636	0.4	0.4	0.25	0.2	0.05	0	0.02	0.5	0.013	0.04	2.2336501	0.044673	0.011067	OK
54	S(50-51)	0.127609	0.42	0.4	0.38	0.2	0.18	0.026316	0.072853	0.760125	0.013	0.09584301	5.7548961	0.4192593	0.022164	OK
55	G(51-52)	0.163469													0.022164	
56	S(52-53)	0.036400	0.4	0.35	0.3	0.2	0.1	0.083333	0.035833	0.550693	0.013	0.0650695	2.3742456	0.0850771	0.029598	OK
57	S(53-54)	0.010182	0.65	0.6	0.8	0.2	0.6	0.03125	0.37125	1.800586	0.013	0.2061829	2.7089713	1.0057056	0.915087	OK
58	S(60-59)	0.084000	0.5	0.45	0.25	0.2	0.05	0.1	0.02275	0.550499	0.013	0.04132616	2.6648923	0.0606263	0.006874	OK
59	S(59-58)	0.011476	0.5	0.5	0.25	0.2	0.05	0	0.025	0.6	0.013	0.04166667	0.9904093	0.0247602	0.012097	OK
60	S(58-57)	0.038625	0.55	0.5	0.25	0.2	0.05	0.1	0.02525	0.600499	0.013	0.04204838	1.8280598	0.0461585	0.01838	OK
61	S(57-56)	0.006980	1.18	1.18	0.86	0.2	0.66	0	0.7788	2.5	0.013	0.31152	2.9533881	2.3000986	0.029188	OK
62	S(56-55)	0.010208	0.6	0.6	0.4	0.2	0.2	0	0.12	1	0.013	0.12	1.8907904	0.2268948	0.041291	OK
63	G(55-54)	0.074495													0.956378	

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.	Nama Gorong - Gorong	Dimensi		F (m)	y (m)	S	n	μ	A (m ²)	P (m)	R (m)	Qkapasitas (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Keterangan
		B (m)	H (m)											
1	G(4-5)	0.4	0.8	0.2	0.6	0.028000	0.013	0.8	0.24	1.6	0.150	0.6977	0.0206	OK
2	G(5-15)	0.4	0.85	0.2	0.65	0.029348	0.013	0.8	0.260	1.70	0.153	0.7839	0.1072	OK
3	G(9-12)	0.9	0.4	0.2	0.20	0.031556	0.013	0.8	0.180	1.30	0.138	0.5266	0.0514145	OK
4	G(16-17)	0.65	0.4	0.2	0.20	0.019111	0.013	0.8	0.130	1.05	0.124	0.2747	0.2339533	OK
5	G(30-34)	0.5	0.25	0.2	0.05	0.027222	0.013	0.8	0.025	0.60	0.042	0.0305	0.0513337	TIDAK OK
6	G(37-43)	0.4	0.3	0.2	0.10	0.344151	0.013	0.8	0.040	0.60	0.067	0.2374	0.6229681	TIDAK OK
7	G(55-54)	2.6	1	0.2	0.80	0.074495	0.013	0.8	2.080	4.20	0.495	21.8684	0.9563779	OK

Tabel 9. Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong Rencana

No.	Nama Gorong - Gorong	Dimensi		F (m)	y (m)	S	n	μ	A (m ²)	P (m)	R (m)	Qkapasitas (m ³ /det)	Qrencana (m ³ /det)	Keterangan
		B (m)	H (m)											
1	G(4-5)	0.4	0.8	0.2	0.6	0.028000	0.013	0.8	0.24	1.6	0.150	0.6977	0.0206	OK
2	G(5-15)	0.4	0.85	0.2	0.65	0.029348	0.013	0.8	0.260	1.70	0.153	0.7839	0.1072	OK
3	G(9-12)	0.9	0.4	0.2	0.20	0.031556	0.013	0.8	0.180	1.30	0.138	0.5266	0.0514	OK
4	G(16-17)	0.65	0.4	0.2	0.20	0.019111	0.013	0.8	0.130	1.05	0.124	0.2747	0.2340	OK
5	G(30-34)	0.5	0.3	0.2	0.10	0.027222	0.013	0.8	0.050	0.70	0.071	0.0874	0.0513	OK
6	G(37-43)	0.4	0.45	0.2	0.25	0.344151	0.013	0.8	0.100	0.90	0.111	0.8344	0.6230	OK
7	G(55-54)	2.6	1	0.2	0.80	0.074495	0.013	0.8	2.080	4.20	0.495	21.8684	0.9564	OK
8	G(20-21)	0.3	0.4	0.2	0.20	0.020000	0.013	0.8	0.060	0.70	0.086	0.1015	0.0242	OK
9	G(18-35)	0.45	0.6	0.2	0.40	0.017083	0.013	0.8	0.180	1.25	0.144	0.3978	0.3260	OK
10	G(45-53)	1.1	0.8	0.2	0.60	0.021343	0.013	0.8	0.660	2.30	0.287	2.5815	0.8637	OK
11	G(51-52)	0.45	0.35	0.2	0.15	0.163469	0.013	0.8	0.068	0.75	0.090	0.3373	0.0222	OK

Pembahasan

• **Survei lokasi**

Survei lokasi yaitu melakukan survei genangan yang terjadi pada lokasi penelitian pada saat hujan dan melihat kondisi saluran eksisting yang ada untuk mengetahui keadaan atau permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian. Serta melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mengetahui secara pasti bahwa lokasi penelitian di Jalan Pelleng, Kleak Kecamatan Malalayang sering terjadi genangan tiap kali turun hujan.

• **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 Tinoor. 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) = 35,826, Koefisien kemencengan (*Skewness Coefficient*) (C_S) = 1,188, Koefisien kurtosis (*Kurtosis Coefficient*) (C_K) = 0,5042 dan Koefisien variasi (*Variation Coefficient*) (C_V) = 0,3288 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah X_{TR} = 156,57 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 Qkapasitas > Qrencana. 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. Maka 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(2-3), S(7-8), S(11-10), S(14-13), S(23-22), S(48-22), S(20-21), S(21-25), S(27-28), S(28-29), S(32-33), S(35-36), S(32-40), S(39-38), S(42-43), S(47-46), S(48-49), S(49-50), S(52-53), S(60-59), S(58-57).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu : S(25-26), S(26-17), S(17-18), S(36-37), S(38-37), S(43-44).
- Pembuatan gorong-gorong yang baru, yaitu : G(20-21), G(18-35), G(45-53), G(51-52).
- Perubahan dimensi gorong-gorong eksisting, yaitu : G(30-34) dan G(37-43)

saluran baru serta perubahan dimensi saluran eksisting yang tidak mampu lagi menampung debit aliran, agar sistem drainase dapat berfungsi dengan baik.

2. Ada enam dari tiga puluh satu ruas saluran eksisting yang harus diubah dimensi salurannya, yaitu: S(25-26), S(26-17), S(17-18), S(36-37), S(38-37), S(43-44).
3. Penambahan dua puluh satu ruas saluran yang baru, yaitu: S(2-3), S(7-8), S(11-10), S(14-13), S(23-22), S(48-22), S(20-21), S(21-25), S(27-28), S(28-29), S(32-33), S(35-36), S(32-40), S(39-38), S(42-43), S(47-46), S(48-49), S(49-50), S(52-53), S(60-59), S(58-57).
4. Ada dua dari enam gorong-gorong yang harus diubah dimensi gorong-gorongnya, yaitu : G(30-34) dan G(37-43).
5. Penambahan empat gorong-gorong yang baru, yaitu : G(20-21), G(18-35), G(45-53), G(51-52).

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan:

1. Di Jalan Pelleng, Kleak Kecamatan Malalayang sudah memiliki sistem drainase namun ada beberapa sistem yang tidak mampu menampung debit aliran yang masuk ke dalam saluran dan masih ada beberapa ruas jalan yang belum memiliki saluran. Perlu penambahan ruas

Saran

Perlu adanya peran yang sangat penting dari masyarakat untuk melakukan pemeliharaan terhadap sistem drainase yang ada dan juga melakukan perawatan saluran yang ada secara rutin yaitu dengan cara melakukan kerja bakti untuk membersihkan saluran dari sampah dan juga sedimentasi .

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.
- Anggrahini, 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*, CV. Citra Media, Surabaya.
- Balai Wilayah Sungai Sulawesi I, 2018. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Tinooor.
- Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04.
- Direktorat PLP Dept PU, 2012. Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan.
- French, Richard H., 1986. *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- 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 Volume 6 Nomor 5. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil 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 Giovan., 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 RI, 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.
- Seyhan, E., 1977. *Dasar-Dasar Hidrologi*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, hal 1.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Subarkah, Iman., 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Sukarno, Liany A. Hendratta, Hanny Tangkudung, 2017. *Studi Aliran Banjir Pada Pertemuan Muara Sungai Tondano Dan Sungai Sawangan*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (711-716) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, ANDI OFFSET, Yogyakarta.