

Analisis Sistem Drainase Di Jalan Parigi 7 Kelurahan Malalayang I Kecamatan Malalayang Kota Manado

Regyna Zefanya Amelia Palimbongan^{#1}, Jeffry S. F. Sumarauw^{*2}, Tiny Mananoma^{#3}

[#]Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹gynapalimbongan@gmail.com

²jeffrysumarauw@ymail.com

³tmananoma@gmail.com

Abstrak

Kompleks Jaga V Desa Kawangkoan Baru Kecamatan Jalan Parigi 7, Kelurahan Malalayang I Kecamatan Malalayang memiliki permasalahan yang disebabkan oleh kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air yang ada. Kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air mengakibatkan genangan di beberapa titik di Jalan Parigi 7, sehingga mengganggu aktivitas masyarakat sekitar dan masyarakat pengguna jalan. Untuk itu perlu dilakukan penataan kembali jaringan sistem drainase guna untuk mengurangi genangan dan segala akibat lainnya. Survei lapangan dilakukan untuk mengetahui secara tepat penyebab terjadinya genangan. Analisis Hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit rencana ($Q_{rencana}$). Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan dengan kala ulang 10 tahun menggunakan metode distribusi Log-Pearson III. Debit rencana dihitung menggunakan Metode Rasional. Analisis hidraulika untuk menghitung kapasitas tampung saluran eksisting dan saluran rencana dengan menggunakan rumus Manning. Dari perbandingan antara debit rencana dan debit kapasitas ($Q_{rencana} \leq Q_{kapasitas}$), dapat diketahui kemampuan daya tampung dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis di Jalan Parigi 7, terdapat dua puluh lima ruas saluran eksisting dari lima puluh enam ruas saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Perlu dilakukan perubahan dimensi saluran agar saluran yang ada mampu menampung debit yang ada. Serta penambahan dua puluh delapan ruas saluran rencana karena ada beberapa lokasi yang belum memiliki saluran dan 5 gorong-gorong baru.

Kata Kunci — *system drainase, Parigi 7, genangan, debit rencana, debit kapasitas*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Drainase adalah salah satu tindakan teknis yang dapat dilakukan untuk menyalurkan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air pada suatu lahan/kawasan dengan cara mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air sehingga lahan/kawasan tersebut dapat berfungsi secara optimal. Sistem drainase suatu kawasan pemukiman sangat penting untuk menjamin kenyamanan penghuninya, karena tidak sedikit kompleks perumahan yang mengalami banjir/genangan air karena sistem drainase yang kurang baik disamping itu juga kurang adanya perawatan yang baik terhadap saluran drainase. Saluran drainase suatu kawasan merupakan sarana atau prasarana untuk mengalirkan air hujan dari suatu tempat ke tempat lain misalnya dari daerah pemukiman ke daerah pembuangan seperti saluran utama, sungai, danau, laut, dan lain-lain. Sistem drainase di Jalan Parigi 7 memiliki permasalahan yang disebabkan oleh kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air yang ada, saluran yang ada juga kurang terawat dan tidak terpelihara sehingga menyebabkan terjadinya genangan di beberapa titik di Jalan Parigi 7. Pentingnya penataan kembali jaringan sistem drainase di kawasan tersebut agar supaya sistem drainase yang ada dapat berfungsi dengan baik yang bertujuan untuk mengurangi genangan dan segala akibat lainnya.

B. Rumusan Masalah

Terjadinya genangan di beberapa titik yang mengganggu aktifitas masyarakat serta merusak konstruksi jalan.

C. Batasan Masalah

1. Perencanaan sistem drainase hanya dibatasi sampai dimensi hidraulis.
2. Perhitungan konstruksi tidak dibahas.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Membuat perencanaan sistem drainase yang sesuai.
2. Mendapatkan dimensi saluran yang sesuai untuk daerah tersebut.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah genangan/banjir agar diperoleh sistem drainase yang sesuai sehingga dapat mengatasi masalah banjir/genangan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Gambar lokasi penelitian berupa kondisi saluran eksisting dan ruas yang belum memiliki saluran ditunjukkan pada Gambar 1.

B. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian ini mengikuti diagram alir seperti pada Gambar 2.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Saluran Drainase

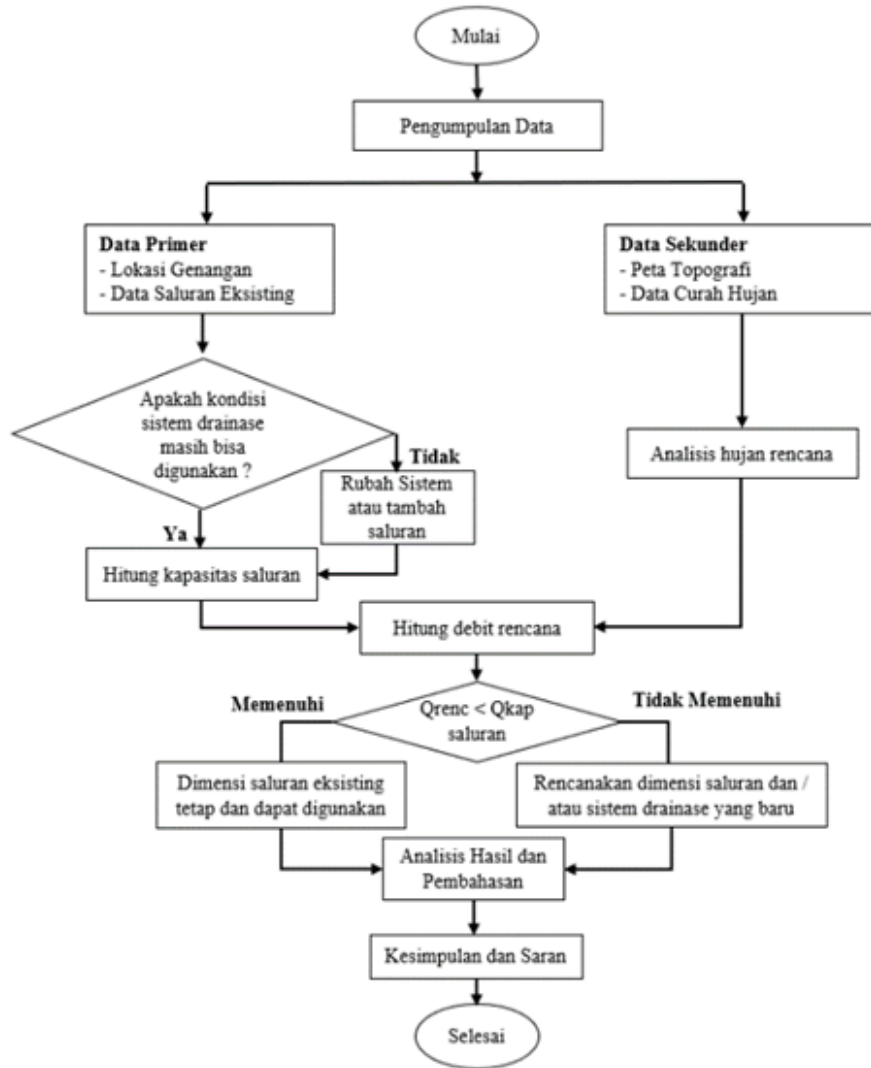
Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di tempat penelitian, kondisi saluran eksisting yang ada kurang baik sehingga perlu penataan kembali saluran-saluran yang bermasalah dan perlu penambahan saluran drainase demi kelancaran sistem drainase yang ada. Gambar di bawah ini merupakan beberapa keadaan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

B. Penentuan Rencana Sistem Drainase

Setelah dilakukan survei ditemukan bahwa di beberapa lokasi penelitian tidak mempunyai saluran dan terdapat beberapa saluran yang dangkal sehingga menyebabkan daerah tersebut mengalami genangan pada saat hujan turun. Hal ini merupakan dasar untuk melakukan analisis terhadap saluran drainase yang ada di Jalan Parigi 7, Kelurahan Malalayang I.



Gambar 1. Kondisi Eksisting Di Lapangan Dan Kondisi Ruas Yang Tidak Memiliki Saluran



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

C. Analisa Hidrologi

1. 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.

2. 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 ditampilkan pada Tabel 2.

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

• Uji Outlier Tinggi

$$\text{Log } XH = \log X + K_n \times S_{log}$$

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

$$\begin{aligned} \log XH &= 2,018011 + (2,036 \times 0,133548) \\ &= 2,29011 \end{aligned}$$

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

Tidak terdapat data outlier tinggi karena syarat tertinggi uji outlier tinggi diperoleh 195,03 mm sedangkan data curah hujan tertinggi yang ada adalah 156 mm. Jadi masih menggunakan data yang tetap.

• Uji Outlier Rendah

$$\text{Log } XL = \log \bar{x} - K_n \times S_{log}$$

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

$$\begin{aligned} \log XL &= 2,018011 - (2,036 \times 0,133548) \\ &= 1,74591 \end{aligned}$$

$$XL = 55,71 \text{ mm}$$

Data curah hujan terendah yang ada adalah 65,4 mm sedangkan syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 55,71mm, jadi tidak terdapat data outlier rendah. Maka masih menggunakan data yang tetap.

TABEL 1
Curah Hujan Harian Maksimum di Pos Stasiun Tinoor

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2008	74,1
2009	65,4
2010	101,7
2011	102,4
2012	96,8
2013	110,5
2014	184
2015	108,2
2016	90,3
2017	156

TABEL 2
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	1,81557	-0,20243	0,04098	-0,00829
2	74,1	1,86981	-0,14819	0,02196	-0,00325
3	90,3	1,95568	-0,06232	0,00388	-0,00024
4	96,8	1,98587	-0,03214	0,001033	-0,00003
5	101,7	2,00732	-0,01069	0,00011	0,00000
6	102,4	2,01029	-0,00771	0,00006	0,00000
7	108,2	2,03423	0,01622	0,00026	0,00000
8	110,5	2,04336	0,02535	0,00064	0,00002
9	156	2,19312	0,17511	0,03066	0,00537
10	184	2,26481	0,24681	0,06091	0,01503
Σ	1089,4	20,18011	0,00000	0,16051	0,00860
\bar{x}	108,94				
$\log \bar{x}$		2,01801			

Nilai rata-rata	2,018
Standar Deviasi	0,133
Koefisien Kemencengan	0,501

3. *Parameter Statistik*

Untuk mengetahui tipe distribusi yang digunakan, terlebih dahulu harus mengetahui nilai-nilai parameter statistik. Nilai-nilai parameter ditampilkan pada Tabel 3.

4. *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
 $C_s \approx 1,14; C_k \approx 5,40$

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

5. *Analisis Debit Saluran Eksisting*

- Catchment Area

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

- Koefisien Pengaliran (C)

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

- Debit Limpasan

Perhitungan debit limpasan dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Contoh perhitungan segmen S (74-75) ditampilkan pada Tabel 5.

TABEL 3
Nilai-Nilai Parameter Statistik

Nilai-nilai Parameter Statistik	
Rata-rata (Mean)	108,94
Standar Deviasi	35,82
Standar Variasi	0,328
Koefisien Kemencengan	1,18
Koefisien Kurtosis	0,504

TABEL 4
Tinjauan Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

No.	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Hasil Perhitungan Parameter Statistik	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s = 1,188$ $C_k = 0,50421$	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi Log-Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v$ $C_k \approx C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3$	$C_s = 1,02213$ $C_k = 4,91349$		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			

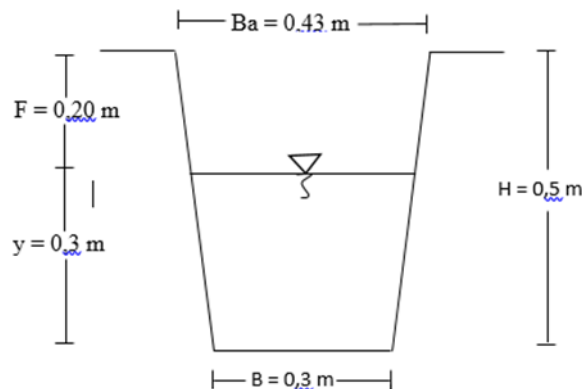
TABEL 5
Hasil Perhitungan Debit Limpasan Segmen S (74-75)

Perhitungan Debit Limpasan	
Luas Daerah Pelayanan Saluran (Adps)	0.00216
Panjang Lintasan Aliran di Lahan (LL)	72
Panjang Lintasan Aliran di Saluran (Ls)	74.1
Kemiringan Dasar Saluran (S)	0.0015864
Nilai Koefisien Pengaliran (C)	0.4
Nilai V (kecepatan) Untuk Perhitungan Ts	0.4
Koefisien Kekasaran Manning (n)	0.013

6. 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 segmen S (31-32). Dimensi saluran seperti Gambar 3. Hasil analisis kapasitas saluran eksisting ditampilkan pada Tabel 6.



Gambar 3. Sketsa Dimensi Saluran

TABEL 6
Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

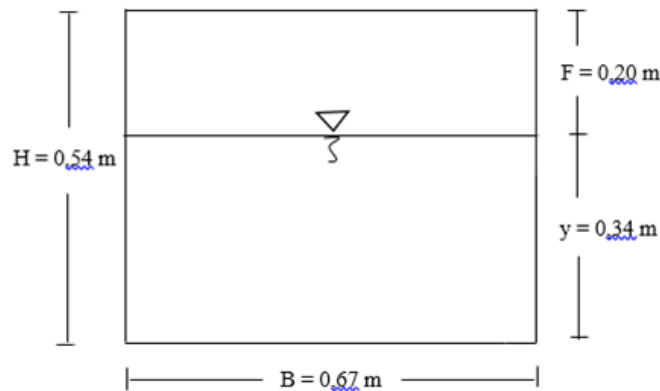
Perhitungan Analisis Kapasitas Saluran Eksisting	
Tinggi aliran di Saluran	0,3 m
Kemiringan dinding saluran	0,13
Luas penampang basah	0,102 m ²
Keliling basah	0,905 m
Jari-jari hidraulis	0,112 m
Kecepatan aliran	0,711 m/det
Debit kapasitas	0,4563 m ³ /det
Debit rencana	0,208601 m ³ /det

- Analisis Kapasitas Sistem Saluran Rencana
Saluran yang ditinjau sebagai contoh perhitungan (saluran 74-75). Dari hasil perhitungan pada (saluran 74-75) didapat $Q = 0,257814 \text{ m}^3/\text{det}$. Pada saluran S (74-75) digunakan dimensi saluran seperti berikut:
 $B_a = 0,82 \text{ m};$
 - $B_b = 0,80 \text{ m};$
 - $H = 0,70 \text{ m}.$
- Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 7.

TABEL 7
Analisis Kapasitas Saluran Rencana

Perhitungan Analisis Kapasitas Saluran Rencana	
Tinggi aliran di saluran	0,50 m
Kemiringan dinding saluran	0,014
Luas penampang basah	0,404 m ²
Keliling basah	1,800 m
Jari-jari hidraulis	0,224 m
Kecepatan aliran	1,129 m/det
Debit kapasitas	0,4563 m ³ /det
Debit rencana	0,208601 m ³ /det

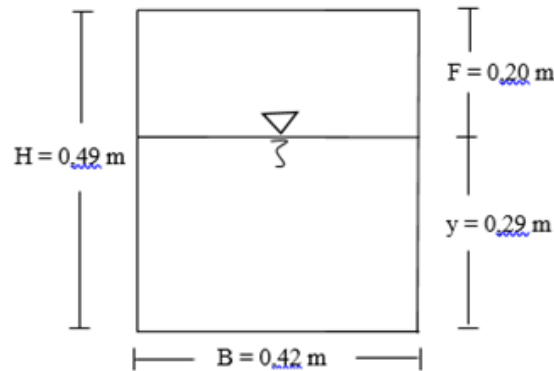
- Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting
Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau gorong-gorong (26-28). Dimensi saluran seperti Gambar 4.
- Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana
Gorong-gorong yang ditinjau sebagai contoh adalah G (68-70). Pada G (68-70) digunakan dimensi:
 $B = 0,49 \text{ m};$
 $H = 0,42 \text{ m}$



Gambar 4. Sketsa Dimensi Gorong-gorong Eksisting

TABEL 8
Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting

Perhitungan Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting	
Tinggi aliran di gorong-gorong	0,34 m
Luas penampang basah	0,228 m
Keliling basah	1,35
Jari-jari hidraulis	0,1687
Debit kapasitas	0,6652 m ³ /det
Debit rencana	0,559108446 m ³ /det



Gambar 4. Sketsa Dimensi Gorong-gorong Rencana

TABEL 9
Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana

Perhitungan Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana	
Tinggi aliran di gorong-gorong	0,29 m
Luas penampang basah	0,122 m
Keliling basah	1,00 m
Jari-jari hidraulis	0,1218 m
Debit kapasitas	0,5794 m ³ /det
Debit rencana	0,231829726 m ³ /det

7. *Pembahasan*

- Survei Lokasi

Survei lokasi yaitu untuk mengetahui keadaan atau permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian dan melihat kondisi saluran eksisting yang ada. Serta melakukan wawancara dengan masyarakat setempat untuk mengetahui secara pasti bahwa lokasi penelitian di Jalan Parigi 7, Kelurahan Malalayang I Kecamatan Malalayang 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 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) (CS) = 1,188, Koefisien kurtosis (Kurtosis Coefficient) (CK) = 0,504206 dan Koefisien variasi (Variation Coefficient) (CV) = 0,328855 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah XTR = 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 $Q_{\text{kapasitas}} > Q_{\text{rencana}}$. 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(1-2), S(2-3), S(3-7), S(4-5), S(5-6), S(6-7), S(8-9), S(9-10), S(10-11), S(21-22), S(23-24), S(32-33), S(33-34), S(44-45), S(52-53), S(53-54), S(59-60), S(60-61), S(69-70), S(70-71), S(76-77), S(79-80), S(80-81), S(81-82), S(82-83), S(87-88), S(92-93), S(101-102).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu : S(11-12), S(12-13), S(14-15), S(18-19), S(20-22), S(27-28), S(28-31), S(29-30), S(30-31), S(34-35), S(39-40), S(41-42), S(42-43), S(56-57), S(71-72), S(72-73), S(73-74), S(74-75), S(85-88), S(94-95), S(95-96), S(96-97), S(98-99), S(99-100), S(100-101).
- Pembuatan gorong-gorong yang baru yaitu : G(7-11), G(43-44), G(55-62), G(64-66), G(68-70).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan :

1. Di Jalan Parigi 7, Kelurahan Malalayang I Kecamatan Malalayang sudah memiliki sistem drainase. Namun, masih ada beberapa ruas jalan yang belum memiliki saluran. Untuk itu perlu adanya penambahan ruas saluran baru serta perubahan dimensi saluran eksisting agar sistem drainase dapat berfungsi dengan baik.
2. Ada dua puluh lima dari lima puluh enam saluran eksisting yang harus diubah dimensinya, yaitu: S(11-12), S(12-13), S(14-15), S(18-19), S(20-22), S(27-28), S(28-31), S(29-30), S(30-31), S(34-35), S(39-40), S(41-42), S(42-43), S(56-57), S(71-72), S(72-73), S(73-74), S(74-75), S(85-88), S(94-95), S(95-96), S(96-97), S(98-99), S(99-100), S(100-101).
3. Penambahan dua puluh delapan ruas saluran yang baru, yaitu : S(1-2), S(2-3), S(3-7), S(4-5), S(5-6), S(6-7), S(8-9), S(9-10), S(10-11), S(21-22), S(23-24), S(32-33), S(33-34), S(44-45), S(52-53), S(53-54), S(59-60), S(60-61), S(69-70), S(70-71), S(76-77), S(79-80), S(80-81), S(81-82), S(82-83), S(87-88), S(92-93), S(101-102).

4. Penambahan lima gorong-gorong yang baru, yaitu: G(7-11), G(43-44), G(55-62), G(64-66), G(68-70).

B. Saran

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

KUTIPAN

Buku

- [1] E. Seyhan, *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1977.
- [2] Anggrahini, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media, 1997.
- [3] Direktorat Jendral Pengairan Dept PU, *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Standar Perencanaan Irigasi KP-04*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 1986.
- [4] Direktorat PLP Dept PU, *Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2012.
- [5] Imam Subarkah, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma, 1980.
- [6] Soewarno, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova, 1995.
- [7] Peraturan Menteri PU RI, *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. 2014.
- [8] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [9] Richard H. French, *Open Channel Hydraulics*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1986.

Skripsi

- [10] Intan A. N. S. A. Karim, Cindy J. Supit, Liany A. Hendratta, "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Motongkad Utara Kecamatan Nuangan Kabupaten Bolaang Mongondouw Timur," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 4, No. 11, (705-714), November, 2016. ISSN 2337-6372.
- [11] Jeanifer Lengkong, Jeffry S.F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, "Penataan Sistem Saluran Drainase di Kompleks Perumahan Minanga Permai Kelurahan Malalayang Dua Kecamatan Malalayang Kota Manado," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 6, No. 5, 2018. ISSN 2337-6372.
- [12] Gisela Ondang, Jeffry S. F. Sumarauw, Eveline M. Wuisan, "Pengembangan Sistem Drainase Di Lingkungan Lima Kelurahan Wawalintouan Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 6, No. 2, 2018. ISSN 2337-6372.
- [13] Heri Giovan Pania, Hanny Tangkudung, Lingkan Kawet, Eveline M. Wuisan, "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 1, No. 3, (164-170), Februari, 2018. ISSN 2337-6372.
- [14] Janti Rotikan, Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma, "Penataan Sistem Drainase di Jalan Singa Laut Malalayang Dua," dalam Jurnal Sipil

- Statik, Vol. 7, No. 3, (337-350), Maret, 2019. ISSN 2337-6732.
- [15] Rurung Muhammad Alriansyah Rurung, Herawaty Riogilang, Liany A. Hendratta, “*Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dengan Sumur Resapan di Lahan Permahan Wenwin - Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa,*” dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 7, No. 2, (189-200), Februari, 2019. ISSN 2337-6732