

# Kajian Sistem Drainase Di Jaga V Desa Kawangkoan Baru Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara

Maria Teresya Mantik<sup>#1</sup>, Jeffry S. F. Sumarauw<sup>\*2</sup>, Tiny Mananoma<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi  
Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

<sup>1</sup>theresyamaria1@gmail.com

<sup>2</sup>jeffrysumarauw@ymail.com

<sup>3</sup>tmananoma@gmail.com

## Abstrak

Kompleks Jaga V Desa Kawangkoan Baru Kecamatan Kalawat sering terjadi genangan akibat kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air ketika hujan tiba. Genangan tersebut mengakibatkan rusaknya konstruksi jalan di desa itu dan membuat aktivitas masyarakat sekitar serta masyarakat pengguna jalan menjadi terganggu. Untuk itu perlu dilakukan penataan kembali sistem drainase, agar supaya dapat berfungsi dengan baik. Analisis Hidrologi dilakukan untuk mendapatkan debit rencana ( $Q_{renc}$ ) 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 dengan 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 ( $Q_{renc} \leq Q_{kaps}$ ), didapatkan kemampuan daya tampung dari setiap ruas saluran. Berdasarkan hasil analisis di lokasi penelitian terdapat tiga belas saluran eksisting dari tiga puluh empat ruas saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit hujan dengan kala ulang 10 tahun. Diperlukan perubahan dimensi saluran agar mampu menampung debit. Penambahan tujuh ruas saluran rencana pada beberapa lokasi yang belum memiliki saluran dan lima gorong-gorong baru.

**Kata Kunci** — Kawangkoan Baru, sistem drainase, debit rencana, debit kapasitas, genangan

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Sistem drainase di kompleks Jaga V Desa Kawangkoan Baru Kecamatan Kalawat memiliki

permasalahan yaitu kurangnya kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air yang ada, serta kurangnya kesadaran masyarakat dalam merawat saluran drainase tersebut sehingga sering terjadi genangan di saat musim hujan tiba. Karena masalah tersebut, konstruksi jalan yang ada di desa itu menjadi rusak dan membuat aktifitas warga setempat menjadi terganggu.

Dari hasil survei di lapangan, beberapa saluran drainase yang ada di Jaga V Desa Kawangkoan Baru sudah tidak mampu menampung kapasitas air yang ada sehingga terjadi genangan pada daerah tersebut. Untuk mengatasi permasalahan genangan air yang mengganggu aktifitas masyarakat sekitarnya maka dibutuhkan penataan kembali sistem drainase agar supaya dapat berfungsi dengan baik dan kapasitasnya memadai sesuai kebutuhan di daerah tersebut.

### B. Rumusan Masalah

Terjadinya genangan air di Kecamatan Kalawat khususnya di Desa Kawangkoan Baru sehingga mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak konstruksi jalan di area tersebut.

### C. Batasan Masalah

1. Perencanaan yang dilakukan hanya mencakup analisis sistem drainase;
2. Lokasi yang ditinjau sekitar Desa Kawangkoan Baru, Kecamatan Kalawat.

### D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah penataan sistem saluran drainase di Jaga V Desa Kawangkoan Baru, Kecamatan Kalawat dan mendapatkan dimensi saluran yang sesuai untuk daerah tersebut.

### E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diperoleh sistem drainase yang sesuai sehingga masyarakat merasa

nyaman untuk beraktifitas di daerah sekitar yang sering terjadi 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.

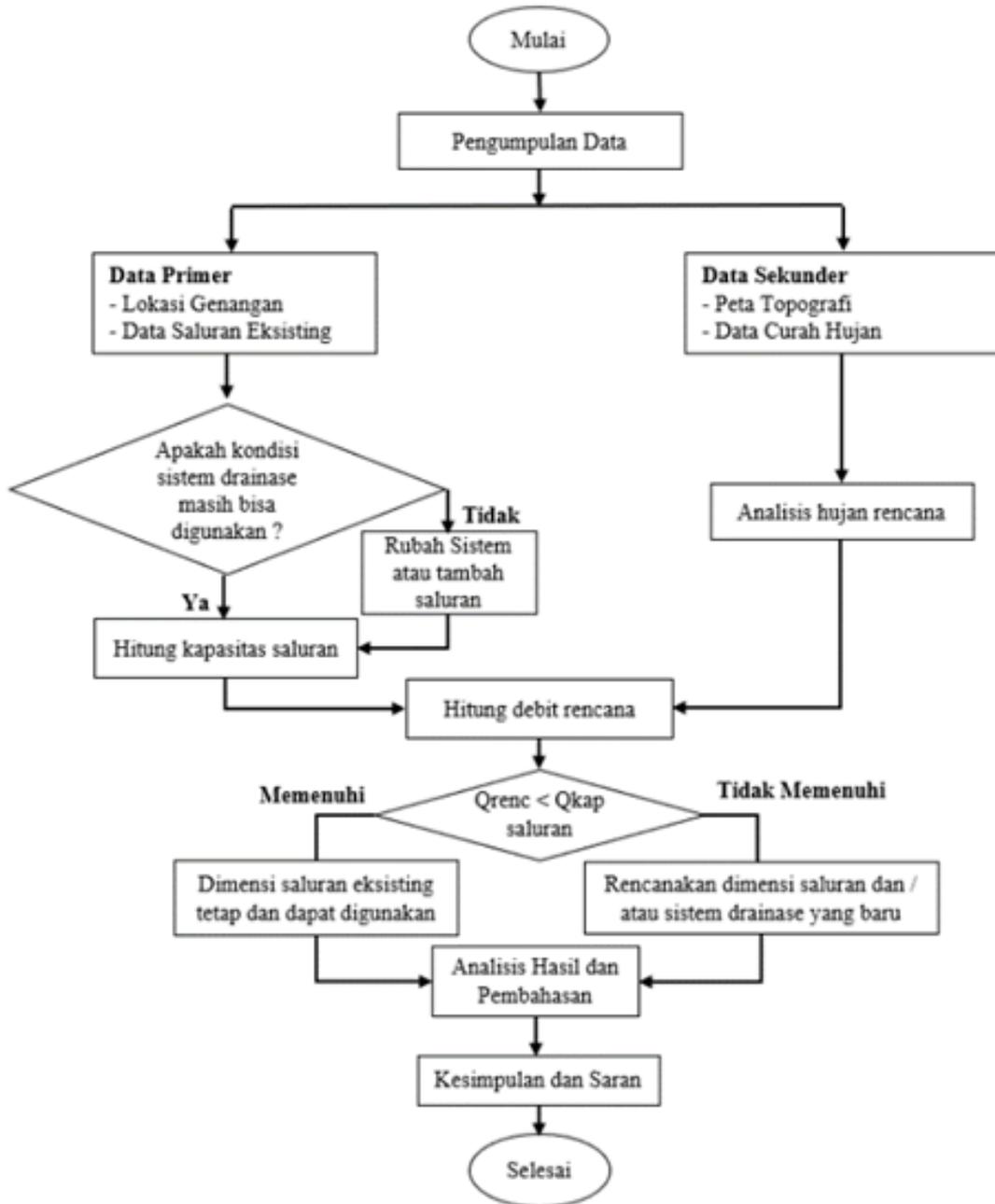
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 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.



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



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## B. 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 Kaleosan.

### 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  $-0,4 \leq C_{slog} \leq 0,4$ . 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)

$$\begin{aligned} \log XH &= 2,0076018 + (2,036 \times 0,133548) \\ &= 2,279505528 \end{aligned}$$

$$XH = 190,33 \text{ mm}$$

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.

• 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)

$\text{Log XL} = 2,0076018 - (2,036 \times 0,133548)$

$= 1,735698072$

$\text{XL} = 54,41 \text{ mm}$

Terdapat data outlier rendah karena syarat terendah uji outlier rendah diperoleh 54,41 mm sedangkan data curah hujan terendah yang ada adalah 50,3 mm. Maka menggunakan data yang terkoreksi.

**TABEL 1**  
Curah Hujan Harian Maksimum Di Pos Stasiun Kaleosan

Tahun	Hujan Harian Max (mm)
2008	70
2009	50,3
2010	175,5
2011	57
2012	90,2
2013	80,6
2014	177
2015	105
2016	168
2017	149

**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	50,3	1.701568	-0,306033784590	0,09365667731	-0,0286621074095
2	57	1.755875	-0,251726913973	0,06336643921	-0,0159510381940
3	70	1.845098	-0,162503729631	0,02640746214	-0,0042913110885
4	80,6	1.906335	-0,101266727841	0,01025495016	-0,0010384852476
5	90,2	1.955207	-0,052395232104	0,00274526034	-0,00014383855308
6	105	2.021189	0,013587529423	0,00018462095	0,00000
7	149	2.173186	0,165584498766	0,02741822623	0,004540033247
8	168	2.225309	0,217707512079	0,04739656081	0,010318587336
9	175,5	2.244277	0,236675351155	0,05601522184	0,013257422300
10	177	2.247973	0,240371496715	0,05777845643	0,013888294050
$\Sigma$	1122,6	20.076	0.00000	0,38522387547	-0,008079935015
$\bar{x}$	112,26				
$\log \bar{x}$	2,0076017696				

Nilai Rata-rata	2,0076018
Standar Deviasi	0,206888
Koefisien Kemencengan	-0,12673

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. Hasil perhitungan segmen S (31-32) ditampilkan pada Tabel 6.

**TABEL 3**  
Nilai-nilai Parameter Statistik

Tabel Nilai-nilai Parameter Statistik	
Rata-rata (Mean)	112,26
Standar Deviasi (Simpanan Baku)	50,407
Koefisien Variasi	0,449019
Koefisien Kemencengan	0,24084
Koefisien Kurtosis	0,22599

**TABEL 4**  
Tinjauan Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

No.	Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Hasil Syarat Parameter	Hasil Perhitungan Parameter Statistik	Keterangan
1.	Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	$C_s = 0,2408$ $C_k = 0,22599$	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			

**TABEL 5**  
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	50,3	1,701568	-61,96	3839,0416	-237867,017536	14738240,40653	-0,3060337846	0,09365667731	-0,028662107
2	57	1,755874	-55,26	3053,6676	-168745,671576	9324885,811289	-0,25172691398	0,06336643921	-0,015951038
3	70	1,845098	-42,26	1785,9076	-75472,455176	3189465,955737	-0,1625037297	0,02640746214	-0,004291311
4	80,6	1,906335	-31,66	1002,3556	-31734,578296	1004716,748851	-0,1012667278	0,01025495016	-0,001038485
5	90,2	1,955206	-22,06	486,6436	-10735,357816	236821,993421	-0,0523952321	0,00274526034	-0,000143838
6	105	2,021189	-7,26	52,7076	-382,657176	2778,09109776	0,0135875294	0,00018462095	0,000000000
7	149	2,173186	36,74	1349,8276	4959,666024	1822034,54972	0,1655844987	0,02741822623	0,004540033
8	168	2,225309	55,74	3106,9476	173181,259224	9653123,38914	0,21770751208	0,04739656081	0,010318587
9	175,5	2,244277	63,24	3999,2976	252915,580224	15994381,2933	0,2366753511	0,05601522184	0,013257422
10	177	2,247973	64,74	4191,2676	271342,664424	17566724,0948	0,2403714967	0,05777845643	0,013888294
$\Sigma$	1122,6	20,076017	0,00	22867,664	222094,43232	73533172,33397	0,00000	0,38522387547	-0,008079935
$\bar{x}$	112,26								
$\log \bar{x}$		2,00760177							

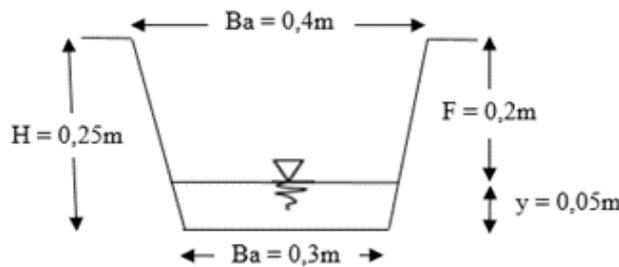
**TABEL 6**  
**Hasil Perhitungan Debit Limpasan Segmen S (31-32)**

Perhitungan Debit Limpasan	
Luas daerah pelayanan saluran ( $A_{DPS}$ )	0,00184 km <sup>2</sup>
Panjang lintasan aliran di lahan ( $L_L$ )	132 m
Panjang lintasan aliran di saluran ( $L_S$ )	39 m
Kemiringan dasar saluran ( $S$ )	0,0014212
Nilai koefisien pengaliran ( $C$ )	0,4
Nilai $V$ (kecepatan) untuk perhitungan $T_s$	0,4 m/det
Koefisien kekasaran Manning ( $n$ )	0,013
Waktu konsentrasi di saluran	1,625menit
Waktu konsentrasi di lahan	99,534 menit
Waktu konsentrasi total	1,68 jam
Intensitas curah hujan	41,213 mm/jam
Debit limpasan	0,00843 m <sup>3</sup> /det

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 7.



**Gambar 3. Sketsa Dimensi Saluran**

**TABEL 7**  
**Analisis Kapasitas Saluran Eksisting**

Perhitungan Analisis Kapasitas Saluran Eksisting	
Tinggi aliran di saluran	0,05 m
Kemiringan dinding saluran	0,20
Luas penampang basah	0,016 m <sup>2</sup>
Keliling basah	0,400 m
Jari-jari hidraulis	0,039 m
Kecepatan aliran	0,332 m/det
Debit kapasitas	0,0051 m <sup>3</sup> /det
Debit rencana	0,069583 m <sup>3</sup> /det

- Analisis Kapasitas Sistem Saluran Rencana  
 Saluran yang ditinjau sebagai contoh perhitungan (saluran 31-32). Dari hasil perhitungan pada (saluran 31-32) didapat  $Q = 0,069583 \text{ m}^3/\text{det}$ . Pada saluran S (31-32) digunakan dimensi saluran seperti berikut:

$B_a = 0,40 \text{ m};$   
 $B_b = 0,35 \text{ m};$   
 $H = 0,50 \text{ m}.$   
 Hasil perhitungan ditampilkan pada Tabel 8.

**TABEL 8**  
**Analisis Kapasitas Saluran Rencana**

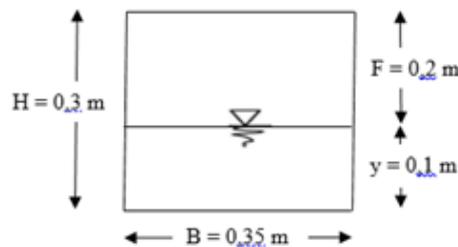
Perhitungan Analisis Kapasitas Saluran Rencana	
Tinggi aliran di saluran	0,30 m
Kemiringan dinding saluran	0,050
Luas penampang basah	0,110 m <sup>2</sup>
Keliling basah	0,950 m
Jari-jari hidraulis	0,115 m
Kecepatan aliran	2,313 m/det
Debit kapasitas	0,0752 m <sup>3</sup> /det
Debit rencana	0,008433 m <sup>3</sup> /det

- Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting  
Untuk menghitung dimensi dan debit kapasitas ditinjau gorong-gorong (2-5). Dimensi saluran seperti Gambar 4.

Gorong-gorong yang ditinjau sebagai contoh adalah G (24-16). Dan gorong-gorong direncanakan berbentuk persegi dengan bangunan gorong-gorong sama rata dengan saluran. Pada G (24-16) digunakan dimensi:

$B = 0,35 \text{ m};$   
 $H = 0,4 \text{ m}$

- Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana



**Gambar 4. Sketsa Dimensi Gorong-gorong Eksisting**

**TABEL 9**  
**Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting**

Perhitungan Analisis Kapasitas Gorong-gorong Eksisting	
Tinggi aliran di saluran	0,1 m
Luas penampang basah	0,035 m <sup>2</sup>
Keliling basah	0,55 m
Jari-jari hidraulis	0,0636 m
Debit kapasitas	0,0538 m <sup>3</sup> /det
Debit rencana	0,014973 m <sup>3</sup> /det

**TABEL 10**  
**Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana**

Perhitungan Analisis Kapasitas Gorong-gorong Rencana	
Tinggi aliran di saluran	0,2 m
Luas penampang basah	0,070 m <sup>2</sup>
Keliling basah	0,75 m
Jari-jari hidraulis	0,00933 m
Debit kapasitas	0,3006 m <sup>3</sup> /det
Debit rencana	0,230527 m <sup>3</sup> /det

TABEL 11  
Perhitungan Dimensi Gorong-gorong Rencana

No.	Nama Gorong-gorong	Dimensi		F (m)	y (m)	S	n	$\mu$	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	Qkapasitas (m <sup>3</sup> /det)	Qrencana (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
		B (m)	H (m)											
1	G(2-5)	0.35	0.30	0.2	0.10	0.024543	0.013	0.8	0.035	0.55	0.0636	0.0538	0.01497264	OK
2	G(7-9)	0.35	0.35	0.2	0.2	0.026773	0.013	0.8	0.053	0.65	0.0808	0.0988	0.03264349	OK
3	G(12-15)	0.35	0.35	0.2	0.15	0.053962	0.013	0.8	0.053	0.65	0.0808	0.1402	0.07404727	OK
4	G(18-21)	0.40	0.40	0.2	0.20	0.019237	0.013	0.8	0.080	0.80	0.1000	0.1471	0.04811602	OK
5	G(24-16)	0.35	0.40	0.2	0.20	0.115010	0.013	0.8	0.070	0.75	0.0933	0.3006	0.23052675	OK
6	G(25-48)	0.70	0.60	0.2	0.40	0.014029	0.013	0.8	0.280	1.50	0.1867	0.6666	0.32689397	OK
7	G(28-31)	0.40	0.60	0.2	0.4	0.027697	0.013	0.8	0.160	1.20	0.1333	0.4277	0.05230155	OK
8	G(34-52)	0.46	0.70	0.2	0.50	0.019451	0.013	0.8	0.230	1.46	0.1575	0.5758	0.11859930	OK
9	G(36-39)	0.40	0.50	0.2	0.30	0.011805	0.013	0.8	0.120	1.00	0.1200	0.1952	0.09698063	OK
10	G(41-43)	0.50	0.55	0.2	0.35	0.014770	0.013	0.8	0.175	1.20	0.1458	0.3626	0.12872100	OK
11	G(49-50)	0.80	1.90	0.2	1.70	0.009944	0.013	0.8	1.360	4.20	0.3238	3.9355	0.36536487	OK

7. Pembahasan

• Survei Lokasi

Survei lokasi yaitu untuk mengetahui keadaan serta 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 Jaga V Desa Kawangkoan Baru, Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara 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 Kaleosan. Dalam analisis hidrologi ini dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah ada data yang menyimpang dari data yang diambil, ternyata dalam uji outlier terdapat data yang menyimpang pada outlier rendah. 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) = 50,407, Koefisien Kemencengan (Skewness Coefficient, CS) = 0,24084, Koefisien Kurtosis (Kurtosis Coefficient) (CK) = 0,22599 dan Koefisien Variasi (Variation Coefficient) (CV) = 0,449019 dengan melihat syarat-syarat distribusi maka digunakan distribusi Log-Pearson III. Hujan rencana yang ada didapat dari hasil analisis hidrologi adalah XTR = 168,4 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. 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(15-16), S(22-16), S(23-24), S(39-41), S(43-44), S(46-47), S(47-48).
- Perubahan dimensi saluran eksisting, yaitu: S(4-5), S(5-7), S(10-11), S(17-18), S(21-22), S(24-25), S(31-32), S(32-33), S(33-34), S(36-37), S(40-41), S(42-43), S(45-50).
- Pembuatan gorong-gorong yang baru yaitu: G(24-16), G(28-31), G(34-52), G(36-39), G(41-43).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis maka disimpulkan :

1. Ada tiga belas dari tiga puluh empat saluran eksisting yang harus diubah dimensinya, yaitu : S(4-5), S(5-7), S(10-11), S(17-18), S(21-22), S(24-25), S(31-32), S(32-33), S(33-34), S(36-37), S(40-41), S(42-43), S(45-50).
2. Penambahan tujuh ruas saluran yang baru, yaitu: S(15-16), S(22-16), S(23-24), S(39-41), S(43-44), S(46-47), S(47-48).
3. Penambahan lima gorong-gorong yang baru, yaitu: G(24-16), G(28-31), G(34-52), G(36-39), G(41-43).

B. Saran

Perlu dilakukan pemeliharaan secara berkala terhadap saluran-saluran drainase yang ada, Tidak membuang sampah sembarangan pada saluran drainase dan sekitarnya serta diperlukan kesadaran masyarakat dalam memperhatikan kondisi saluran drainase dan perawatan secara rutin

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, Eeline 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