

Analisis Perencanaan Lubang Resapan Biopori Untuk Mereduksi Genangan Di Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado

Gerry Petera Dengah¹, Cindy J Supit², Hanny Tangkudung³

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

¹gerrydengah15@gmail.com; ²cindyjeanesupit@unsrat.ac.id; ³tangkudunghanny@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Abstrak - Perumahan Griya Paniki Indah merupakan perumahan yang terletak di Kelurahan Paniki Bawah, Mapanget, Kota Manado, memiliki ruang terbuka hijau yang semakin berkurang. Penggunaan lahan terbangun yang semakin meningkat dan keadaan drainase yang masih kurang baik, menyebabkan genangan air terutama pada musim hujan. Hal ini dikarenakan ketidakmampuan drainase yang ada untuk menampung volume dan debit air yang bertambah. Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan berupa lubang resapan biopori yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mereduksi genangan air di jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado. Dalam penelitian ini, data-data yang diambil adalah Peta Topografi, Layout Eksisting, Data Hidrologi, Data Klimatologi. Selanjutnya dilakukan analisis debit rencana untuk membandingkannya dengan debit kapasitas. Jika debit kapasitas kurang dari debit rencana, maka direncanakan lubang resapan biopori. Jika lubang resapan biopori tidak mampu menampung debit luapan atau genangan, maka dilakukan perubahan dimensi saluran. Dari 22 saluran yang ada pada lokasi penelitian terdapat 3 saluran yang tidak dapat menampung debit rencana, yaitu : S (28-29), S (29-31), S (9-10). Dimensi LRB yang direncanakan berbentuk silinder yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm. Sedangkan mulut lubang dapat diperkuat semen selebar 2 – 3 cm dengan tebal 2 cm di sekeliling mulut lubang. Perencanaan lubang resapan biopori digunakan untuk meningkatkan kandungan air tanah dan cadangan air tanah pada musim kemarau. Perubahan dimensi saluran dengan merubah dimensi saluran yaitu lebar saluran $B = 0,8$.

Kata kunci – Dahlia Raya, Griya Paniki, lubang resapan, biopori.

Gerry Petera Dengah adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Hidrolika dan Sumber Daya Air (email : gerrydengah15@gmail.com);

Cindy J. Supit adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Hidrolika dan Sumber Daya Air (email : cindyjeanesupit@unsrat.ac.id);

Hanny Tangkudung adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Hidrolika dan Sumber Daya Air (email: tangkudunghanny@gmail.com)

A. Latar Belakang

Bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan umum pasti akan berpengaruh terhadap tingkat pembangunan suatu wilayah. Semakin banyak lahan terbangun maka tingkat ahli fungsi lahan juga semakin tinggi dan ruang terbuka hijau semakin berkurang. Pengalihan fungsi lahan tersebut dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, bahkan dapat menyebabkan bencana alam yang tentunya merugikan manusia. Salah satu bencana yang mungkin terjadi akibat kecilnya ruang terbuka hijau adalah banjir.

Perumahan Griya Paniki Indah merupakan perumahan yang terletak di Kelurahan Paniki Bawah, Mapanget, Kota Manado, memiliki ruang terbuka hijau yang semakin berkurang. Penggunaan lahan terbangun yang semakin meningkat dan keadaan drainase yang masih kurang baik, terutama di jalan Dahlia Raya II yang menyebabkan genangan air terutama pada musim hujan. Hal ini dikarenakan ketidakmampuan drainase yang ada untuk menampung volume dan debit air yang bertambah.

Menanggapi fenomena sebagaimana yang telah diuraikan di atas, perlu untuk membangun drainase dengan memperhatikan keadaan sekitar. Drainase yang direncanakan berupa lubang resapan biopori yang berfungsi untuk menyerap kelebihan air.

B. Rumusan Masalah

Perubahan fungsi lahan, kurangnya ruang resapan air dan keadaan drainase yang kurang baik menyebabkan terjadinya genangan air di jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado yang mengganggu aktifitas dan lingkungan masyarakat.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada

1. Lokasi yang ditinjau adalah Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah
2. Drainase yang direncanakan berupa lubang resapan biopori
3. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan pengamatan selama 12 tahun

4. Tidak dilakukan perhitungan gorong-gorong pada saluran
5. Perhitungan konstruksi lubang resapan biopori tidak dibahas
6. Lokasi dibangun lubang resapan biopori berada pada lahan terbuka.

4. Dapat dijadikan bahan informasi untuk instansi yang bergerak di bidang pembangunan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan berupa lubang resapan biopori yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mereduksi genangan air di jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

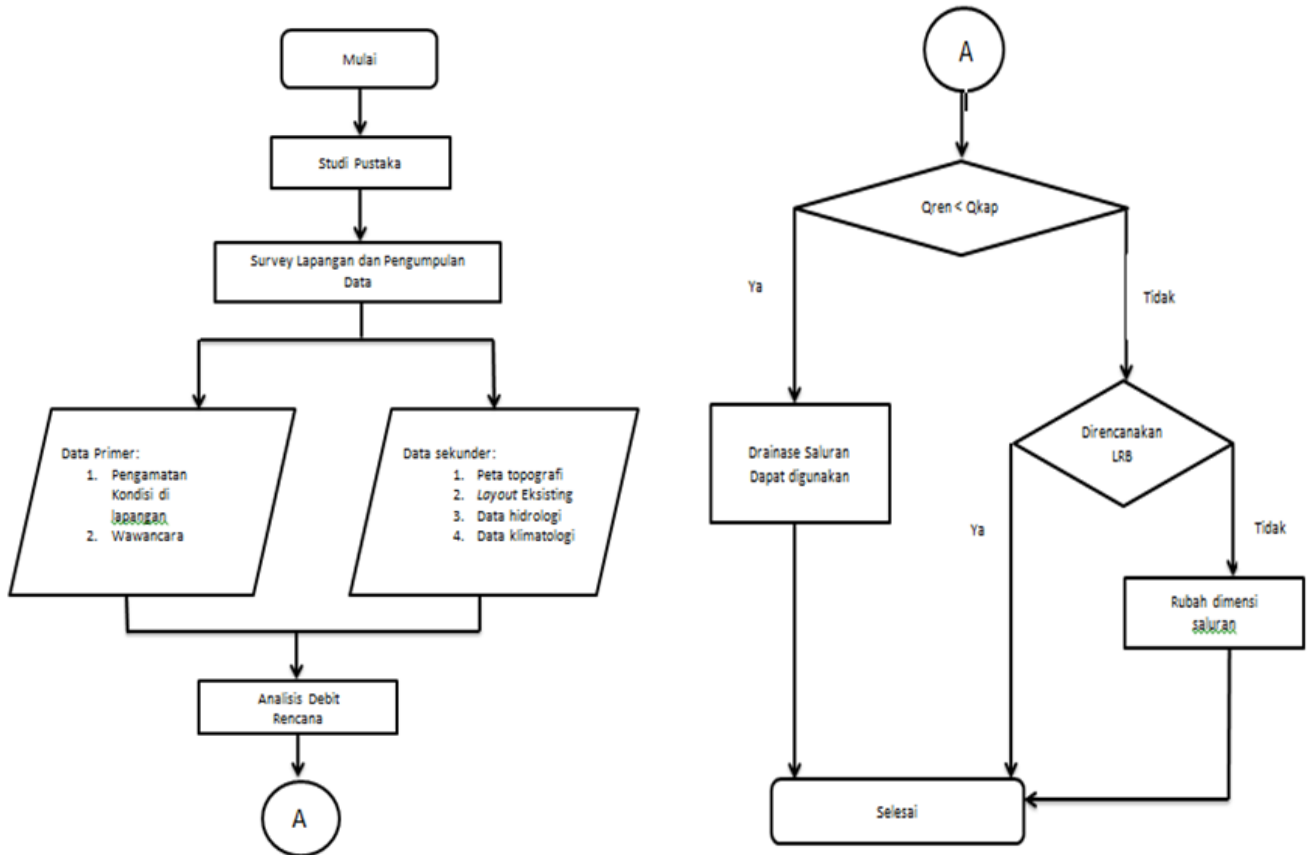
1. Mengurangi aliran permukaan sehingga dapat mencegah terjadinya genangan air.
2. Menjaga kesehatan lingkungan dari penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bersarangnya nyamuk pada genangan air.
3. Mempertahankan kualitas sarana infrastruktur lainnya seperti jalan dan perumahan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini mengikuti tahapan seperti pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan maksimum di pos hujan Talawaan ditampilkan pada Tabel 1. Hasil analisis data outlier ditampilkan pada Tabel 2. Perhitungan parameter statistik data ditampilkan pada Tabel 3. Hujan rencana pada berbagai kala ulang ditampilkan pada Tabel 4. Perhitungan debit rencana ditampilkan pada Tabel 5. Perhitungan kapasitas saluran eksisting ditampilkan pada Tabel 6. Perhitungan perbandingan debit rencana dengan saluran eksisting ditampilkan pada Tabel 7. Hasil perhitungan debit resapan dan jumlah lubang resapan biopori ditampilkan pada Tabel 8.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

TABEL 4. HUJAN RENCANA DENGAN BERBAGAI KALA ULANG

T (Tahun)	K	Slog	1/T (%)	Log X _T	X _T
5	0,786	0,0946	20	2,16556	146,41
10	1,334	0,0946	10	2,21738	164,96
25	1,978	0,0946	4	2,2783	189,8
50	2,455	0,0946	2	2,32343	210,59
100	2,848	0,0946	1	2,36059	229,4

TABEL 5. PERHITUNGAN DEBIT RENCANA

Saluran	Luas DPS (Km ²)	Panjang Saluran (m)	Beda Tinggi	Kemiringan Dasar Saluran (S)	Ls	Ll	n	Waktu Konsentrasi				C	I	Q (mpasan (m ³ /det)	Q (tambahan	Q (total
								Tl (Mnt)	Ts (Mnt)	Tc (Mnt)	Tc (Jam)					
SUB SISTEM 1																
S (11-12)	0,00101	30	0,438	0,015266667	30	39	0,013	8,972603	1,25	10,2226	0,17038	0,7	186,081	0,03657342		0,036573424
S (14-13)	0,00067	27	0,429	0,015888889	27	31,5	0,013	7,103784	1,125	8,22878	0,13715	0,7	215,04	0,02803731		0,028037306
S (18-15)	0,000888	76,5	1,149	0,015019608	76,5	75	0,013	17,39634	3,1875	20,5838	0,34306	0,7	116,697	0,02016573	0,06461073	0,084776459
S (17-16)	0,000884	74	1,147	0,0155	74	69	0,013	15,75467	3,08333	18,838	0,31397	0,7	123,8	0,0212968		0,021296799
S (16-15)	0,000159	24	3,832	0,159666667	24	13,5	0,013	0,960401	1	1,9604	0,03267	0,7	559,559	0,01731354	0,10607326	0,123386793
S (19-20)	0,00196	31,5	2,808	0,068984127	31,5	78	0,013	7,433002	1,3125	8,7455	0,14576	0,7	206,484	0,07875621	0,12338679	0,202143002
S (21-22)	0,000787	48	2,35	0,048958333	48	27	0,013	3,468777	2	5,46878	0,09115	0,7	282,368	0,04324473	0,202143	0,245387729
S (1-2)	0,00495	81	0,438	0,005654321	81	115,5	0,013	43,66341	3,375	47,0384	0,78397	0,7	67,2626	0,06479209		0,06479209
S (4-3)	0,00199	115,5	2,939	0,025619048	115,5	2,9	0,013	0,515042	4,8125	5,32754	0,08879	0,7	287,337	0,1112723		0,111272302
S (3-5)	0,000472	30	1,325	0,044166667	30	37,5	0,013	5,072358	1,25	6,32236	0,10537	0,7	256,344	0,0235455	0,17606439	0,19609888
S (21-23)	0,0000236	25,5	0,048	0,001686275	25,5	16,5	0,013	11,42209	1,0625	12,4846	0,20808	0,7	162,864	0,00074796	0,44499762	0,445745381
S (24-25)	0,000182	21	0,536	0,02647619	21	15	0,013	2,620532	0,875	3,49553	0,05826	0,7	380,54	0,01347766		0,013477658
S (28-29)	0,000191	22,5	0,266	0,011822222	22,5	22,5	0,013	5,882459	0,9375	6,81996	0,11367	0,7	243,718	0,00905866	0,45922324	0,488281903
S (29-31)	0,000731	73,5	0,571	0,007768707	73,5	67,5	0,013	21,76984	3,0625	24,8323	0,41387	0,7	102,975	0,01464842	0,46832819	0,482930323
S (24-26)	0,000696	74	1,99	0,026891892	74	52,5	0,013	9,100695	3,08333	12,184	0,20307	0,7	165,532	0,02241991		0,022419911
S (25-27)	0,000765	75	1,257	0,01676	75	65	0,013	14,27257	3,125	17,3976	0,28996	0,7	130,542	0,01943364		0,019433643
S (26-27)	0,000159	23	1,235	0,054565217	23	13,5	0,013	1,642865	0,95833	2,6012	0,04335	0,7	463,404	0,01433838	0,04185335	0,056191934
S (28-30)	0,000742	72,5	1,238	0,017351724	72,5	70,5	0,013	15,21401	3,02083	18,2348	0,30391	0,7	126,515	0,01826786	0,05619198	0,074459798
S (30-31)	0,000575	22,7	1,234	0,055242291	22,7	15	0,013	1,814184	0,94583	2,76002	0,046	0,7	445,452	0,04984388	0,0744598	0,12430368
SUB SISTEM 2																
S (6-7)	0,00173	117	3,38	0,028888889	117	105	0,013	17,56102	4,875	22,436	0,37393	0,7	110,182	0,03709375		0,037093751
S (7-8)	0,000562	30	0,58	0,019333333	30	15	0,013	3,066647	1,25	4,31665	0,07194	0,7	330,606	0,03615684		0,036156844
S (9-10)	0,00888	82,5	0,6	0,007272727	82,5	129	0,013	42,99986	3,4375	46,4374	0,77396	0,7	67,8418	0,1172339	0,07325039	0,190484496

TABEL 6. PERHITUNGAN KAPASITAS SALURAN EKSISTING

NO	Saluran	Kemiringan Dasar	Jagaan	Dimensi		Y	Luas Penampang	Keliling Basah	N	Jari-jari Hidrolis	Kecepatan Aliran	Debit Kapasitas	Keterangan
		Saluran (S)	(F)	B	H		A (m ²)	P (m)		R (m)	V (m/det)	Q (m ³ /det)	
	SUB SISTEM 1												
1	S (11-12)	0,015266667	0,2	0,5	0,45	0,25	0,125	1	0,013	0,125	2,376122179	0,297015272	Saluran
2	G (11-13)												Gorong-gorong
3	S (14-13)	0,015888889	0,2	0,5	0,45	0,25	0,125	1	0,013	0,125	2,424060308	0,303007538	Saluran
4	G (14-18)												Gorong-gorong
5	S (18-15)	0,015019608	0,2	0,5	0,53	0,33	0,165	1,16	0,013	0,142241379	2,568837196	0,423858137	Saluran
6	S (17-16)	0,0155	0,2	0,5	0,53	0,33	0,165	1,16	0,013	0,142241379	2,609595131	0,430583197	Saluran
7	S (16-15)	0,159666667	0,2	0,45	0,43	0,23	0,1035	0,91	0,013	0,113736264	7,215444359	0,746798491	Saluran
8	G (16-20)												Gorong-gorong
9	S (19-20)	0,088984127	0,2	0,38	0,42	0,22	0,0836	0,82	0,013	0,10195122	5,007733435	0,418646515	
10	G (20-21)												Gorong-gorong
11	S (21-22)	0,048958333	0,2	0,4	0,45	0,25	0,1	0,9	0,013	0,111111111	3,93376387	0,393376387	Saluran
12	S (1-2)	0,005654321	0,2	0,8	0,85	0,65	0,52	2,1	0,013	0,247619048	2,280882483	1,186058891	Saluran
13	G (1-3)												Gorong-gorong
14	S (4-3)	0,025619048	0,2	0,35	0,4	0,2	0,07	0,75	0,013	0,093333333	2,533354634	0,177334824	Saluran
15	S (3-5)	0,044166667	0,2	0,8	0,85	0,65	0,52	2,1	0,013	0,247619048	6,374703535	3,314845838	Saluran
16	G (3-21)												Gorong-gorong
17	S (21-23)	0,001686275	0,2	0,8	0,85	0,65	0,52	2,1	0,013	0,247619048	1,24559489	0,647709343	Saluran
18	G (21-29)												Gorong-gorong
19	S (24-25)	0,02647619	0,2	0,36	0,4	0,2	0,072	0,76	0,013	0,094736842	2,601139628	0,187282053	Saluran
20	G (24-28)												Gorong-gorong
21	S (28-29)	0,011822222	0,2	0,5	0,5	0,3	0,15	1,1	0,013	0,136363636	2,215840978	0,332376147	Saluran
22	S (29-31)	0,007768707	0,2	0,36	0,5	0,3	0,108	0,96	0,013	0,1125	1,580032599	0,170643521	Saluran
23	S (24-26)	0,026891892	0,2	0,36	0,4	0,2	0,072	0,76	0,013	0,094736842	2,621480282	0,18874658	Saluran
24	S (25-27)	0,01676	0,2	0,35	0,38	0,18	0,063	0,71	0,013	0,088732394	1,981139796	0,124811807	Saluran
25	S (26-27)	0,054565217	0,2	0,33	0,36	0,16	0,0528	0,65	0,013	0,081230769	3,370246268	0,177949003	Saluran
26	G (26-30)												Gorong-gorong
27	S (28-30)	0,017351724	0,2	0,33	0,36	0,16	0,0528	0,65	0,013	0,081230769	1,900531223	0,100348049	Saluran
28	S (30-31)	0,055242291	0,2	0,35	0,38	0,18	0,063	0,71	0,013	0,088732394	3,596780661	0,226597182	Saluran
	SUB SISTEM 2												
29	S (6-7)	0,028888889	0,2	0,33	0,35	0,15	0,0495	0,63	0,013	0,078571429	2,398456429	0,118723593	Saluran
30	S (7-8)	0,019333333	0,2	0,35	0,35	0,15	0,0525	0,65	0,013	0,080769231	1,998514552	0,104922014	Saluran
31	G (7-9)												Gorong-gorong
32	S (9-10)	0,007272727	0,2	0,35	0,4	0,2	0,07	0,75	0,013	0,093333333	1,3497805	0,094484635	Saluran

TABEL 7. PERHITUNGAN PERBANDINGAN DEBIT RENCANA DENGAN SALURAN EKSISTING

No	Saluran	Q rencana			Q Saluran Eksisting (m3/det)	Q genangan (m3/det)	Kondisi Saluran
		Q limpasan (m3/det)	Q tambahan (m3/det)	Q total (m3/det)			
SUB SISTEM 1							
1	S (11-12)	0,036573424	0	0,036573424	0,297015272		OK
2	S (14-13)	0,028037306	0	0,028037306	0,303007538		OK
3	S (18-15)	0,020165729	0,06461073	0,084776459	0,423858137		OK
4	S (17-16)	0,021296799	0	0,021296799	0,430583197		OK
5	S (16-15)	0,017313535	0,106073258	0,123386793	0,746798491		OK
6	S (19-20)	0,078756209	0,123386793	0,202143002	0,418646515		OK
7	S (21-22)	0,043244727	0,202143002	0,245387729	0,393376387		OK
8	S (1-2)	0,06479209	0	0,06479209	1,186058891		OK
9	S (4-3)	0,111272302	0	0,111272302	0,177334824		OK
10	S (3-5)	0,023545496	0,176064391	0,199609888	3,314845838		OK
11	S (21-23)	0,000747964	0,444997617	0,445745581	0,647709343		OK
12	S (24-25)	0,013477658	0	0,013477658	0,187282053		OK
13	S (28-29)	0,009058663	0,45922324	0,468281903	0,332376147	0,135905756	MELUAP
14	S (29-31)	0,014648421	0,468281903	0,482930323	0,170643521	0,312286803	MELUAP
15	S (24-26)	0,022419911	0	0,022419911	0,18874658		OK
16	S (25-27)	0,019433643	0	0,019433643	0,124811807		OK
17	S (26-27)	0,01433838	0,041853553	0,056191934	0,177949003		OK
18	S (28-30)	0,018267864	0,056191934	0,074459798	0,100348049		OK
19	S (30-31)	0,049843883	0,074459798	0,12430368	0,226597182		OK
SUB SISTEM 2							
20	S (6-7)	0,037093751	0	0,037093751	0,118723593		OK
21	S (7-8)	0,036156844	0	0,036156844	0,104922014		OK
22	S (9-10)	0,117233901	0,073250595	0,190484496	0,094484635	0,095999861	MELUAP
total						0,231905617	

TABEL 8. PERHITUNGAN DEBIT RESAPAN DAN JUMLAH LUBANG RESAPAN BIOPORI

No	Saluran	Luas DPS (km ²)	Qlimpasan (m ³ /det)	Qtambahan (m ³ /det)	Qtotal (m ³ /det)	Q Saluran Eksisting (m ³ /det)	Jumlah LRB	Q LRB (m ³ /det)	Q genangan (m ³ /det)	Kondisi Saluran	Luas DPS (m ²)	Jarak antar LBR (m ²)
1	S (11-12)	0,00101	0,036573	0	0,03657	0,297015272		0	0	OK	1010	
2	S (14-13)	0,00067	0,028037	0	0,02804	0,303007538		0	0	OK	670	
3	S (18-15)	0,000888	0,020166	0,064611	0,08478	0,423858137		0	0	OK	888	
4	S (17-16)	0,000884	0,021297	0	0,0213	0,430583197		0	0	OK	884	
5	S (16-15)	0,000159	0,017314	0,106073	0,12339	0,746798491		0	0	OK	159	
6	S (19-20)	0,00196	0,078756	0,123387	0,20214	0,418646515		0	0	OK	1960	
7	S (21-22)	0,000787	0,043245	0,202143	0,24539	0,393376387		0	0	OK	787	
8	S (1-2)	0,00495	0,064792	0	0,06479	1,186058891		0	0	OK	4950	
9	S (4-3)	0,00199	0,111272	0	0,11127	0,177334824		0	0	OK	1990	
10	S (3-5)	0,000472	0,023545	0,176064	0,19961	3,314845838		0	0	OK	472	
11	S (21-23)	0,0000236	0,000748	0,444998	0,44575	0,647709343		0	0	OK	23,6	
12	S (24-25)	0,000182	0,013478	0	0,01348	0,187282053		0	0	OK	182	
13	S (28-29)	0,000191	0,009059	0,459223	0,46828	0,332376147	3	6,54251E-05	0,135905756	MELUAP	191	7
14	S (29-31)	0,000731	0,014648	0,468282	0,48293	0,170643521	5	0,000109042	0,312286803	MELUAP	731	112,2
15	S (24-26)	0,000696	0,02242	0	0,02242	0,18874658		0	0	OK	696	
16	S (25-27)	0,000765	0,019434	0	0,01943	0,124811807		0	0	OK	765	
17	S (26-27)	0,000159	0,014338	0,041854	0,05619	0,177949003		0	0	OK	159	
18	S (28-30)	0,000742	0,018268	0,056192	0,07446	0,100348049		0	0	OK	742	
19	S (30-31)	0,000575	0,049844	0,07446	0,1243	0,226597182		0	0	OK	575	
20	S (6-7)	0,00173	0,037094	0	0,03709	0,118723593		0	0	OK	1730	
21	S (7-8)	0,000562	0,036157	0	0,03616	0,104922014		0	0	OK	562	
22	S (9-10)	0,00888	0,117234	0,073251	0,19048	0,094484635	16	0,000348934	0,095999861	MELUAP	8880	397,625
total								0,0005234	0,544192419			

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Dari 22 saluran yang ada pada lokasi penelitian terdapat 3 saluran yang tidak dapat menampung debit rencana, yaitu: S (28-29), S (29-31), S (9-10).
2. LRB diletakan pada 3 saluran yang meluap, dengan masing – masing saluran sebanyak 3 buah untuk saluran 28-29, 5 buah saluran 29-31, dan 16 buah saluran 9-10.
3. Debit kapasitas LRB per lubang yaitu: $2,18084 \times 10^{-5}$ m³/det.
4. LRB dapat mereduksi genangan yang terjadi pada 3 saluran yang meluap yaitu sebanyak 5 % dari debit yang meluap pada saluran. Untuk mereduksi genangan yang terjadi pada saluran 28-29, 29-31, dan saluran 9-10 adalah dengan melakukan perubahan pada dimensi saluran.
5. Perubahan dimensi saluran dengan merubah dimensi saluran yaitu lebar saluran B = 0,8 m.

B. Saran

Agar sistem drainase pada daerah perumahan dapat berfungsi secara optimal, maka disarankan:

1. Melakukan pembersihan saluran secara rutin baik dari sampah maupun endapan yang terdapat ditiap-tiap saluran.
2. Merubah dimensi saluran yang mengalami genangan berupa lebar saluran.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] Soewarno, *Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. Jakarta: Penerbit Nova, 1995.
- [2] Sri Harto BR, *Hidrologi*. Yogyakarta: Penerbit Nafiri Offset, 2000.
- [3] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004.
- [4] V. T. Chow, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta: Erlangga, 1959.

B. Jurnal

- [5] Intan A. N. S. Abdulkarim, 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, hal. 705-711, ISSN: 2337-6372, November, 2016.
- [6] Monica La'la, Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw, "Penataan Drainase di Kawasan Kantor Badan Pusat Statistik Kelurahan Kelurahan Bumi Nyiur Manado," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 5, No. 3, hal. 151-166, ISSN: 2337-6372, Mei, 2017.
- [7] Frana L. Mamuaya, Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung, "Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 7, No.2, hal. 179-188, ISSN: 2337-6732, Februari, 2019.
- [8] 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, hal. 337-350, ISSN: 2337-6732, Maret, 2019.
- [9] Cindy J. Supit, Jeffry D. Mamoto, "Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir di Manado," dalam Tekno, Vol. 14, No. 66, 2016.
- [10] Heri Giovan Pania, Hanny Tangkudung, Lingkan Kawet, Evelin M. Wuisan, "Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi," dalam Jurnal Sipil Statik, Vol. 1, No. 3, hal. 164-170, ISSN: 2337-6732, Februari, 2013.