

KAJIAN PENANGGULANGAN LIMPASAN PERMUKAAN DENGAN MENGGUNAKAN SUMUR RESAPAN DI DAERAH PERUMAHAN WALE PINELENG I TIMUR KABUPATEN MINAHASA

Romario A. L. Parera

Cindy J. Supit, Tommy Jansen

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: parera.romario@gmail.com

ABSTRAK

Perumahan Wale Pineleng I Timur merupakan perumahan yang terletak di daerah dataran tinggi. Dan pada umumnya daerah dataran tinggi adalah daerah yang sangat minim terjadinya genangan air. Perubahan tata guna lahan membuat daya serap tanah berkurang dan menyebabkan limpasan tidak dapat di tampung sebagian saluran drainase yang ada di perumahan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menanggulangi limpasan permukaan yang ada di perumahan Wale Pineleng I Timur, serta dapat menjaga cadangan air yang terdapat dalam tanah. Dan cara penanggulangan yang dipilih adalah membuat sumur resapan. Perhitungan sumur resapan ini menggunakan metode Sunjoto.

Sumur resapan ini direncanakan akan dibuat pada rumah-rumah yang salurannya meluap. Dan juga bisa dibuat di setiap rumah untuk menjaga cadangan air dalam tanah yang lebih baik. Berdasarkan penelitian, di dapat total debit yang meluap di seluruh saluran adalah $0,7193 \text{ m}^3/\text{det}$ dan total debit yang dapat ditampung oleh sumur resapan adalah $0,7263 \text{ m}^3/\text{det}$. Direncanakan sumur resapan ini dibuat berbentuk lingkaran dengan $R= 1,5\text{m}$ dengan kedalam sumur bervariasi dari 2-3m. Dengan demikian sumur resapan adalah salah satu cara yang dapat menanggulangi masalah yang ada.

Kata Kunci: *Limpasan Permukaan, Sumur Resapan, Wale Pineleng I Timur*

PENDAHULUAN

Di era Globalisasi ini perkembangan dan pertumbuhan penduduk sangatlah pesat. Dengan berkembangnya infrastruktur yang ada, perpindahan penduduk dari desa kota ataupun sebaliknya dapat dilakukan dengan waktu yang singkat. Dengan bertambahnya populasi penduduk di suatu daerah tentunya aktivitas yang dilakukan juga semakin bertambah. Akibat dari bertambahnya penduduk dan pembangunan ini pun dapat membuat perubahan pada tata guna lahan yang ada.

Salah satu dampak dari perubahan tata guna lahan ini adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Akibatnya distribusi air yang semakin menimpang antara musim kemarau dan musim hujan dapat menyebabkan kekeringan dimana-mana.

Kota-kota di Indonesia belakangan ini telah mengalami dua hal yang berlawanan, misalnya di permukaan banjir yang bisa mencapai ketinggian atap rumah, sementara itu dibawah tanah, permukaan air tanah (*ground-*

water table) mengalami penurunan daya serap air. Hal ini juga terjadi di daerah Sulawesi Utara khususnya di daerah Perumahan Wale Pineleng I Timur yang ketika musim hujan juga terjadi genangan air. Ini disebabkan oleh drainase yang tidak dapat lagi menampung volume air yang bertambah.

Dengan permasalahan tersebut tentunya perlu ada langkah pencegahan. Dan salah satu langkah pencegahan adalah perencanaan sumur resapan yang berfungsi bukan hanya menampung air hujan tapi juga menjaga cadangan air dalam tanah.

Meskipun tidak seluruh masalah dapat di atasi, namun secara teoritis dengan adanya sumur resapan ini dapat membantu untuk meringankan masalah-masalah tersebut.

Rumusan Masalah

- Kapasitas dari saluran drainase tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan terjadinya limpasan permukaan sehingga terjadi genangan air.
- Perencanaan dimensi sumur resapan sebagai salah satu alternatif untuk penanggulangan

limpasan di wilayah perumahan Wale Pineleng 1 Timur.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada:

- Lokasi yang ditinjau adalah Perumahan Wale Pineleng 1 Timur.
- Perencanaan sumur resapan, SNI No. 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan.
- Tidak dilakukan perubahan pada lebar saluran eksisting yang ada.
- Tidak dilakukan perhitungan gorong-gorong pada saluran.
- Perhitungan konstruksi sumur resapan tidak dibahas.
- Tidak meninjau sedimentasi dan stabilitas struktur.
- Yang ditinjau hanya saluran 1-2 sampai saluran 9-10.

Tujuan Penelitian

Merencanakan sumur resapan sebagai bahan pembelajaran alternatif menanggulangi limpasan dan genangan air di Perumahan Wale Pineleng 1 Timur Kabupaten Minahasa

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pembelajaran tentang perencanaan sumur resapan sebagai salah satu metode penanggulangan limpasan yang berlebihan.

LANDASAN TEORI

Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Secara khusus menurut SNI No. 1724-1989-F hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan, dan di dalam tanah. Hidrologi juga dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang seluk-beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat fisik dan sifat kimia, serta tanggapannya terhadap perilaku manusia (Chow, 1964). Daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan tanah, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Faktor lain adalah dari pengaruh siklus hidrologi yang secara alami berputar di alam, bila luas dan lebar pulau sempit, jumlah air

tanah pun akan berkurang karena infiltrasi dan perkolasi yang lebih sedikit karena air belum banyak meresap, aliran permukaan sudah sampai dilaut. (Dundu, 2012)

Analisis Curah Hujan

Dalam studi ini, besarnya curah hujan rerata daerah dihitung dengan metode rerata aljabar. Analisis curah hujan rerata ini digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan. Curah hujan rancangan adalah suatu data tentang curah hujan terbesar dengan periode ulang tertentu, metode analisa hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat tergantung dari kesesuaian parameter statistic dari data yang bersangkutan atau dipilih berdasarkan pertimbangan teknik lainnya. Mengingat harga C_k dan C_s yang bebas maka dalam kajian ini dipakai Distribusi Frekuensi Log Person tipe III. Selain itu distribusi Log Pearson type III lebih sering digunakan karena metode ini lebih luwes dan dapat digunakan untuk semua macam sebaran data. (Pilgrim, 1991; Supit, 2016)

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \times C I A \quad (1)$$

dengan:

- Q = debit rencana (m³/det)
- C = koefisien run off
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = catchment area (km²)

Sumur Resapan

Di dalam penelitian ini dipilih sumur resapan, yang dapat diartikan sebagai sumur gali yang berbentuk segi empat atau lingkaran, dengan ke dalaman tertentu. Fungsi sumur resapan ini adalah untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan rumah, di halaman maupun yang jatuh di jalan, untuk meresap kembali ke dalam tanah.

Faktor yang mempengaruhi dimensi sumur resapan adalah :

- Luas permukaan tanah
- Intensitas hujan
- Koefisien permeabilitas tanah
- Lama hujan dominan
- Selang waktu hujan
- Tinggi muka air
- Luas daerah layanan

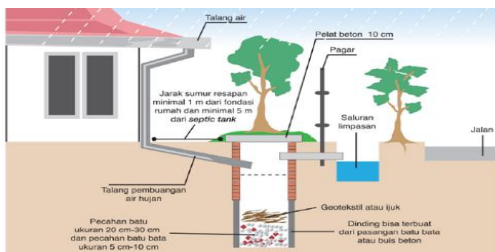
Konstruksi Sumur Resapan

Bentuk dan ukuran sumur resapan berdasarkan (SNI: 03-2453 2002), terdapat beberapa persyaratan umum yang harus dipenuhi untuk sebuah perencanaan sumur resapan adalah:

- Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar,
- Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan tidak tercemar
- Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya,
- Harus memperhatikan peraturan daerah setempat,
- Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui instansi yang berwenang

Persyaratan teknik yang harus dipenuhi antara lain adalah sebagai berikut :

- Kedalaman air tanah minimum 1,50 m pada musim hujan
- Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah $\geq 2,0$ cm/jam
- Jarak penempatan sumur resapan air hujan terhadap bangunan



Gambar 1. Konstruksi Sumur Resapan

Perhitungan Sumur Resapan

Volume dan efisiensi sumur resapan dihitung dengan Metode Sunjoto berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Persamaan dari Metode Sunjoto adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{F \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{F \cdot K \cdot T}{\pi R^2}} \right) \quad (2)$$

dengan:

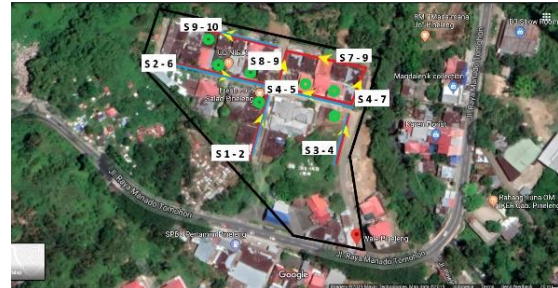
- H = tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = faktor geometrik (m)
- F = $4\pi R$
- Q = debit air masuk (m³/det)
- T = waku pengaliran (detik)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)
- R = jari-jari sumur (m)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Perumahan Wale Pineleng I Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara.

Gambar 2. Lokasi Penelitian

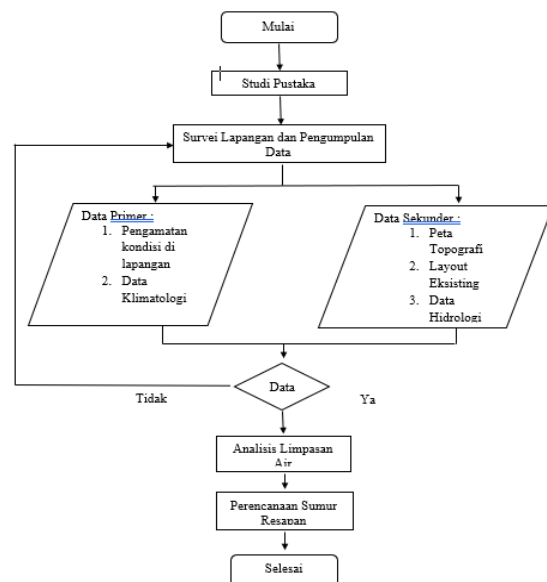


Secara geografis Perumahan Wale Pineleng I terletak pada 1°25'39.1" Lintang Utara dan 124°50'30.1" Bujur Timur.

Prosedur Penelitian

1. Survey lokasi penelitian
2. Menghitung curah hujan rancangan
3. Menghitung debit rencana
4. Menghitung debit eksisting
5. Menghitung perbandingan debit rencana dengan debit eksisting
6. Menentukan debit masukan pada sumur resapan
7. Menentukan dimensi sumur resapan

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan harian maksimum pengamatan selama 10 tahun (2008 – 2017) yang diperoleh dari Badan Wilayah Sungai (BWS) Sulawesi I.

Tabel 1. Rangkang data curah hujan harian maksimum

No	X _i (mm)
1	79,80
2	84,10
3	110,70
4	112,40
5	113,80
6	119,55
7	120,20
8	120,50
9	179,28
10	194,04

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan bahwa nilai curah hujan harian maksimum yang terendah adalah 79,80 mm, dan curah hujan harian maksimum tertinggi adalah 194,04 mm.

Analisis Hujan Rencana dengan Berbagai Kala Ulang

Berdasarkan data parameter standar periode ulang yang diberlakukan melalui P3KT di Sulawesi Utara adalah 10 tahun, maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2. Hujan rencana dengan berbagai kala ulang

T (Tahun)	K	Slog	1/T (%)	Log X _T	X _T
5	0,760	0,1209	20	2,16773	147,14
10	1,340	0,1209	10	2,23785	172,92
25	2,064	0,1209	4	2,32544	211,57
50	2,579	0,1209	2	2,38766	244,15
100	3,080	0,1209	1	2,4483	280,74

Analisis Debit Rencana Saluran Eksisting

Debit limpasan

$$Q = 0,278 C I A$$

$$= 0,278 \times 0,4 \times 260,6394 \times 0,00300$$

$$= 0,087 m^3/det$$

Tabel 3. Perhitungan Debit Rencana

No	Alamat	Luas DAS (ha)	Perang Saluran	Beda Tangki	Keragaman Dasar Saluran (S)	L ₀ (m)	L ₁ (m)	n	Waktu Konsentrasi			C	I	Q limpasan (m ³ /det)	Q terakumulasi	Total
									T ₁ (men)	T ₂ (men)	T ₃ (men)					
1	S (1-2)	0,0090	90,1	11,50	0,12704	90,1	36,0	0,013	2,884	3,75	6,6386	0,1109	0,4	240,6994	0,087	0,087
2	S (3-4)	0,0090	87,5	8,50	0,09714	87,5	40,0	0,013	1,648	3,65	7,2940	0,1226	0,4	244,2002	0,136	0,136
3	S (5-6)	0,0070	70,0	1,50	0,02343	70,0	60,0	0,013	12,428	2,92	15,3469	0,2497	0,4	148,7907	0,122	0,122
4	S (7-8)	0,0070	49,0	6,00	0,12245	49,0	40,0	0,013	4,874	2,04	6,9159	0,1155	0,4	255,1177	0,197	0,197
5	S (4-7)	0,0010	60,0	3,70	0,04617	60,0	20,0	0,013	2,289	2,50	4,7894	0,0798	0,4	323,3664	0,054	0,152
6	S (7-9)	0,00740	70,0	2,80	0,04000	70,0	40,0	0,013	5,685	2,92	8,6020	0,1434	0,4	128,8528	0,180	0,172
7	S (8-9)	0,00200	50,0	5,00	0,10000	50,0	18,8	0,013	1,690	2,08	3,7753	0,0620	0,4	379,0844	0,084	0,578
8	S (9-10)	0,00840	65,0	3,70	0,04962	65,0	32,0	0,013	3,813	2,71	6,5210	0,1087	0,4	245,2335	0,100	0,930

Analisis Debit Kapasitas Saluran Eksisting

Debit Kapasitas

$$Q_{kaps} = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} (0,02)(0,04)^{2/3} (0,12764)^{1/2}$$

$$= 0,06428 m^3/detik$$

Debit Rencana

$$Q_{rencana} = 0,278 C I A$$

$$= 0,278 \times 0,4 \times 260,6394 \times 0,00300$$

$$= 0,08694 m^3/det$$

Tabel 4. Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

No	Saluran	Keragaman Dasar Saluran (S)	Dimensi B	H	Dagang (F)	γ	Luas Penampang A (m ²)	Ketinggian Bawah P (m)	n	Jenjang Hidroli R (m)	Kapasitas Aliran V (m ³ /det)	Debit Kapasitas Q _{kaps} (m ³ /det)	Debit Rencana
1	S (1-2)	0,12763596	0,4	0,25	0,2	0,05	0,02	0,5	0,013	0,04	3,214276008	0,0642852	0,08694931
2	S (3-4)	0,097142857	0,4	0,25	0,2	0,05	0,02	0,5	0,013	0,04	2,804155404	0,056083108	0,135825336
3	S (4-5)	0,021448871	0,3	0,35	0,2	0,15	0,045	0,6	0,013	0,075	2,002599482	0,090116977	0,122456892
4	S (2-6)	0,12244888	0,25	0,3	0,2	0,1	0,024	0,45	0,013	0,055555556	3,919095948	0,097977399	0,283976104
5	S (4-7)	0,061666667	0,35	0,58	0,2	0,38	0,133	1,11	0,013	0,11981982	4,642668334	0,617474888	0,171783675
6	S (7-9)	0,04	0,4	0,62	0,2	0,42	0,168	1,24	0,013	0,135483871	4,058308345	0,681795802	0,351872386
7	S (8-9)	0,1	0,4	0,5	0,2	0,3	0,12	1	0,013	0,12	5,918034206	0,710164117	0,577670667
8	S (9-10)	0,056923077	0,4	0,6	0,2	0,4	0,16	1,2	0,013	0,133333333	4,789902207	0,766384369	1,02906728

Analisis Perbandingan Debit Rencana dengan Debit Saluran Eksisting

Setelah mendapatkan debit kapasitas pada saluran eksisting, kemudian dilakukan perbandingan antara debit rencana yang didapatkan dengan debit saluran eksisting yang telah dihitung. Saluran dinyatakan memenuhi kapasitas (mampu menampung debit rencana) jika Q_{kapasitas} > Q_{rencana}.

Tabel 5. Perhitungan Perbandingan Debit Rencana dengan Saluran Eksisting

No	Saluran	Q rencana (m ³ /det)			Q Saluran Eksisting (m ³ /det)	Q Genangan (m ³ /det)	Kondisi Saluran
		Q Limpasan (m ³ /det)	Q Tambahan (m ³ /det)	Q Total (m ³ /det)			
1	S (1-2)	0,087	0,00	0,0869	0,0643	0,023	MELUAP
2	S (3-4)	0,136	0,00	0,1358	0,0561	0,080	MELUAP
3	S (4-5)	0,122	0,14	0,2583	0,0901	0,168	MELUAP
4	S (2-6)	0,197	0,09	0,2840	0,0980	0,186	MELUAP
5	S (4-7)	0,036	0,14	0,1718	0,6175		OK
6	S (7-9)	0,180	0,17	0,3519	0,6818		OK
7	S (8-9)	0,084	0,49	0,5777	0,7102		OK
8	S (9-10)	0,100	0,93	1,0291	0,7664	0,263	MELUAP
TOTAL						0,719	

Analisis Perencanaan Sumur Resapan

Konsep awal sumur resapan yaitu sebagai pengganti dari pembongkaran atau perubahan dimensi saluran yang ada. Dimensi sumur resapan yang direncanakan di buat secara tipikal yaitu berbentuk silinder dengan diameter sumur 1,5 m dan kedalaman sumur resapan berkisaran antara 2 – 3 m. Sedangkan diatas sumur diberi tutup yang terbuat dari plat beton setebal 10 cm yang diberi celah sebagai jalan masuknya air ke dalam sumur resapan.

Perhitungan perencanaan sumur resapan di tinjau pada Saluran (S 1-2).

Dengan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 H &= 3 \text{ m} \\
 R &= 1,5 \text{ m} \\
 F &= 4\pi R \\
 &= 4 \times 3,14 \times 1,5 = 18,84 \text{ m} \\
 T &= 0,0413 \text{ jam} \\
 &= 0,0413 \times 3600 \text{ det} = 148,68 \text{ det} \\
 K &= 4,5 \times 10^{-4} \text{ cm/det} = 4,5 \times 10^{-6} \text{ m/det} \\
 &= 0,0000045 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$H = \frac{Q}{F \cdot K} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

$$1,5 = \frac{Q}{18,84 \times 0,0000045} \left(1 - e^{-\frac{(18,84 \times 0,0000045 \times 148,68)}{\pi \cdot 1,5^2}} \right)$$

$Q = 0,14256 \text{ m}^3/\text{det}$

Dari perhitungan diatas, didapatkan bahwa Q resapan pada Saluran (S 1 – 2) adalah 0,14256 m³/det. Untuk menanggulangi Q genangan pada saluran tersebut, akan dibuat sumur resapan sebanyak 1 buah.

Tabel 6. Analisis Debit Resapan dan Jumlah Sumur Resapan

No	Saluran	Waktu Pengaliran		Q Saluran	K	Dimensi Sumur Resapan			Q Sumur Resapan (m ³ /det)	Jumlah Sumur	
		T (jam)	T (det)			H	R	F		Hit	Total
1	S (1-2)	0,1103	397,08	0,023	0,0000045	3,0	1,5	18,84	0,14526	0,156022	1
2	S (3-4)	0,1216	437,76	0,080	0,0000045	3,0	1,5	18,84	0,14526	0,548962	1
3	S (4-5)	0,2557	920,52	0,168	0,0000045	3,0	1,5	18,84	0,14526	1,157547	2
4	S (2-6)	0,1153	415,08	0,186	0,0000045	3,0	1,5	18,84	0,14526	1,280454	2
5	S (9-10)	0,1087	391,32	0,263	0,0000045	3,0	1,5	18,84	0,14526	1,808364	2
Jumlah				0,7193					0,7263		8

Pembahasan

• **Survei Lokasi**

Survei lokasi yaitu melakukan survei lapangan untuk melihat keadaan lokasi penelitian dan saluran eksisting drainase yang ada. Serta melakukan wawancara terhadap beberapa warga sekitar Perumahan Wale Pineleng 1 mengenai permasalahan yang berhubungan dengan judul penelitian yaitu berupa genangan air atau limpasan.

• **Analisis Hidrologi**

Dalam analisis hidrologi dilakukan uji outlier untuk mengetahui apakah terdapat data yang menyimpang dari data yang diambil, akan tetapi setelah melakukan uji outlier tersebut 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 dengan menggunakan data yang telah dikoreksi didapat Standart deviasi (S) =

36,462; Koefisien kemencengan (Coefficient of Skewness) (Cs) = 1,082; Koefisien Kurtosis = 4,562 dan Koefisien variasi (Cv) = 0,29540. Dengan melihat syarat-syarat distribusi yang ada, maka digunakan distribusi Log-Person III. Pada analisis hidrologi akan didapatkan nilai debit rencana pada lokasi tersebut. Nilai hujan rencana yang didapat dari hasil analisis adalah XTR = 172,92 mm dengan periode kala ulang 10 tahun.

• **Analisis Hidrolika**

Pada tahap ini dilakukan analisis hidrolika untuk mengetahui kondisi saluran eksisting yang ada dilokasi penelitian apakah saluran tersebut mampu menampung debit air yang masuk ke dalam saluran dengan mengacu pada syarat Qkapasitas > Qrencana. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit air yang masuk. Ketidakmampuan inilah yang menyebabkan terjadinya genangan air ataupun limpasan. Maka dari itu perlu dilakukan perencanaan sumur resapan.

• **Analisis Perencanaan Sumur Resapan**

Perencanaan sumur resapan dilakukan sebagai penyelesaian dari permasalahan terjadinya genangan air pada Perumahan Wale Pineleng 1. Analisis yang dilakukan adalah untuk mengetahui debit resapan pada sumur yang akan direncanakan dan juga untuk mengetahui berapa jumlah sumur yang diperlukan untuk mengatasi genangan air ataupun banjir.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan: Dari 8 saluran yang ditinjau pada lokasi penelitian terdapat 5 saluran yang tidak mampu menampung debit rencana yang diberikan, yaitu : S (1-2), S (3-4), S (4-5), S (2-6), S (9-10) dan total debit yang meluap di seluruh saluran adalah 0,7193 m³/det. Cara penanggulangan limpasan adalah sistem drainase berupa sumur resapan. Jumlah keseluruhan sumur resapan yang dibutuhkan untuk menampung debit yang meluap adalah 8 buah, dengan ukuran dimensi volume sumur resapan yaitu 4,5 m³.

Saran

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

1. Melakukan pembersihan saluran secara rutin baik dari sampah maupun endapan yang terdapat di tiap-tiap saluran.
2. Merubah dimensi saluran berupa penambahan kedalaman saluran.
3. Memberikan penyuluhan tentang pemanfaatan sumur resapan kepada masyarakat sebagai salah satu cara untuk menanggulangi genangan air ataupun banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Wilayah Sungai I. 2019. Data Curah Hujan.

Soemarto, C. D., 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Ke – 2*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Damayanti Dwi Wahyu. 2011. *Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Pencegahan Limpasan Pada Perumahan Graha Sejahtera 7, Boyolali*, skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dundu, A. K. Torry, R. J. M. Mandagi 2012. *Pemilihan Sistem Penyediaan Air Baku di Pulau Kahakitang Kabupaten Kepulauan*. Manado.

Mokoginta F., F. Halim, L. Kawet, M. I. Jasin, 2014. *Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Desa Lobong, Desa Muntoi, dan Desa Inuai Kecamatan Passi Barat Kabupaten Bolaang Mongondow*, Jurnal Sipil Statik, Vol. 2, No. 4, Fakultas Teknik Unsrat, Manado.

Kusnaedi., 2011. *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.

La'la Monica., 2017. *Penataan Drainase di Kawasan Kantor Badan Pusat Statistik Kelurahan Kelurahan Bumi Nyiur Manado*, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Badan Standarisasi Nasional, 2002. SNI 03-2453-2002, *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*.

Supit C. J., Mamoto J. D., 2016. *Prediksi Perubahan Karakteristik Hidrologi Akibat Perubahan Penggunaan Lahan Sebagai Usaha Mitigasi Banjir di Manado*, Tekno, Vol. 14, No. 66, Universitas Sam Ratulangi, Manado.