

MANFAAT SUMUR RESAPAN DALAM PENANGGULANGAN BANJIR DI WILAYAH KELURAHAN PENANGGUNGAN BAGIAN SELATAN KOTA MALANG

*(The Benefit of Infiltration Wells for Flood Prevention
in South Penanggungan Village Area, Malang City)*

Hendra Tri Wijaya, Ruslin Anwar, Agus Suhariyanto
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
E-mail: hendratriwijaya58@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu masalah yang sering terjadi di kota besar seperti kota Malang saat musim hujan yaitu banjir. Genangan terjadi di ruas-ruas jalan terutama pada ruas Veteran kota Malang. Hal ini terjadi karena berkurangnya lahan terbuka hijau (RTH) sebagai penyerapan air permukaan yang hanya tersisa 14% dan menurunnya kondisi saluran dreinase. Salah satu langkah jangka panjang untuk mengelola luapan saluran dreinase yaitu dibangunnya sumur resapan, tujuannya menampung air permukaan mengalir ke tanah dan meningkatkan tinggi muka air tanah. Metode yang digunakan yaitu analisis hidrologi dan berdasar peraturan SNI No.03-2459-2002. Sebagai acuan perencanaan sumur resapan pada wilayah studi digunakan debit rencana kala ulang 10 tahun dengan menggunakan tiga tipe sumur resapan. Dengan adanya 37 buah sumur resapan pada wilayah studi debit yang dapat direduksi sebesar $6,780 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan total biaya pembuatan Rp.204,020.564,00.

Kata Kunci : Debit, Kelurahan Penanggungan, Genangan, Sumur Resapan.

ABSTRACT

One of the problems often happens in towns like the unfortunate winter the flood .Water puddle occurred in stretches of road especially on segments veteran city poor .This is because reduced open land (RTH) as the surface water just left 14 % and declines in dreinase channel condition .One of the long term to manage the channel dreinase the construction wells , the aim was to accommodate surface water flowing into the ground and raise high the groundwater .Methods used the analysis hydrology and based on SNI No.03-2459-2002 regulation. As the reference planning wells study on the discharge when used plan to 10 years by using three type wells. With the 37 fruit wells study on the discharge that can be reduced by $6,780 \text{ m}^3/\text{seconds}$, with a total cost of Rp.204,020.564,00.

Keywords : Water Discharge, Penanggungan District, Puddle, Infiltration Wells.

PENDAHULUAN

Kota keduaterbesar di Jawa Timur setelah Surabaya yaitu kota Malang. Persoalan terpenting di kota ini saat musim hujan adalah banjir khususnya di ruas jalan Veteran Kota Malang dengan ketinggian ± 15 cm. Hal ini disebabkan karena berkurangnya ruang terbuka hijau (RTH) yang dapat difungsikan sebagai lahan peresapan air dan didukung pula oleh menurunnya kondisi saluran drainase, baik kapasitas, system operasi dan system pengelolaannya, menyebabkan timbulnya berbagai masalah di sector drainase. Perlu diketahui bahwa kota Malang hanya memiliki ruang terbuka hijau sebesar 14% dari total luas wilayah, sedangkan ketentuan yang ditetapkan minimal 20 %. Berkurangnya RTH oleh banyaknya bangunan berdampak besar terhadap kondisi air tanah dan peningkatan volume aliran air permukaan.

Pemerintah Kota Malang saat ini sedang berupaya untuk memperbaiki sistem saluran drainase Kota Malang, namun cara yang digunakan masih bersifat konvensional. Cara ini pada prinsipnya menyebutkan bahwa seluruh air hujan yang jatuh di suatu wilayah harus secepat-cepatnya dibuang ke sungai terdekat. Filosofi membuang air genangan secepatnya ke sungai mengakibatkan sungai akan menerima beban yang melampaui kapasitasnya, sementara tidak banyak air yang dapat meresap ke dalam tanah.

Salah satu langkah yang digunakan untuk mengelola limpasan air yaitu dengan menggunakan sumur resapan. Sumur resapan adalah sumur atau lubang yang

dibuat untuk menampung air hujan atau aliran air permukaan agar mengalir ke tanah yang dapat mempertahankan bahkan meningkatkan tinggi muka air tanah dan mengurangi laju air permukaan (*surface runoff*) karena air langsung terserap.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas yaitu,

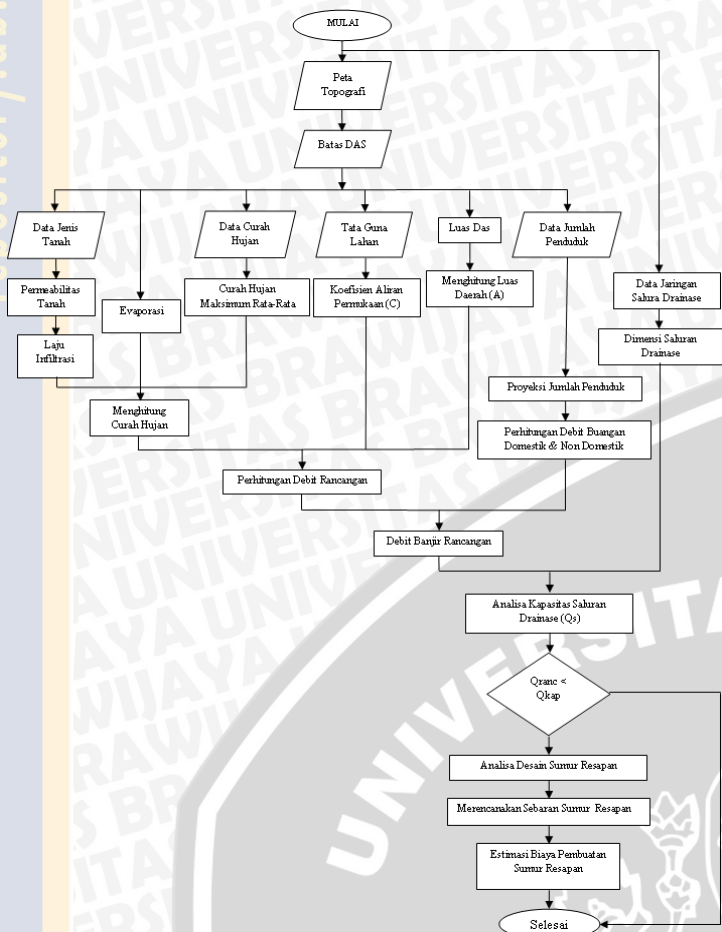
1. Berapa besar debit rancangan saluran drainase pada kala ulang 10 tahun?
2. Berapa kapasitas saluran drainase?
3. Berapa debit luapan saluran pada kala ulang 10 tahun?
4. Dimana lokasi dan dimensi yang tepat untuk pembuatan sumur resapan di wilayah Kelurahan Penanggungan bagian selatan Kota Malang dengan kala ulang 10 tahun?
5. Berapa kapasitas debit saluran kala ulang 10 tahun yang tereduksi dengan sumur resapan?
6. Berapa estimasi biaya dalam pembangunan sumur resapan?

Adapun manfaat dan tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengurangi debit limpasan dan menambah volume air tanah
2. Sebagai informasi dan acuan untuk melakukan penelitian lain di masa datang, serta digunakan bagi perencana Kota Malang sebagai informasi dalam pengambilan kebijakan dan perencanaan tata ruang khususnya tentang pengembangan system draina seramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

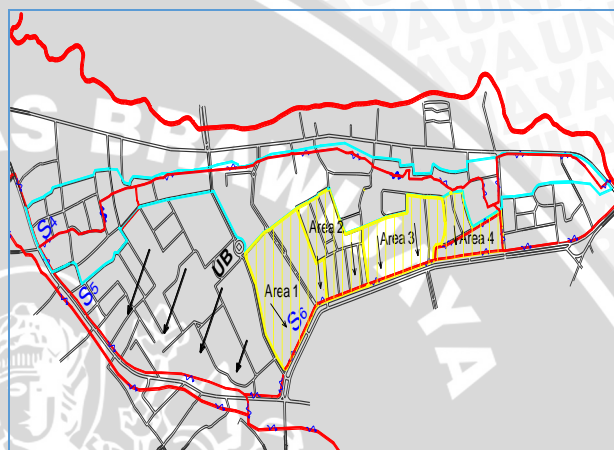
Pembahasan metode penelitian dijelaskan pada flowchart dibawah ini.



Tabel 2. Curah Hujan Maksimum

No	Tr	G	Log Xt	Xt
1	5	0.767	2.147	140.368
2	10	1.339	2.233	170.919
3	15	1.568	2.267	184.910
4	25	2.023	2.335	216.237
5	50	2.506	2.407	255.382
6	100	2.969	2.476	299.479

Daerah studi di wilayah Kecamatan Penanggungan bagian Selatan dengan luas wilayah area sebesar 18,34 ha.



Gambar 2. Pembagian Catchment Area

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama yang perlu dianalisis yaitu:

1. Analisis Debit Air Hujan

A. Menentukan Curah Hujan Rancangan

Stasiun penakar hujan yang digunakan yaitu Sta.Universitas Brawijaya.

Tabel 1. Curah Hujan Rata-Rata

No	Tahun	Stasiun Brawijaya (mm)	Rata-rata (mm)
1	2006	102.5	102.5
2	2007	71.5	71.5
3	2008	220	220
4	2009	83	83
5	2010	156.5	156.5
6	2011	93.5	93.5
7	2012	111.5	111.5
8	2013	119	119
9	2014	73.5	73.5
10	2015	111	111

B. Waktu Kosentrasi (tc)

Curah hujan maksimum dihitung dengan distribusi Log Pearson III.

L (Panjang total saluran) = 1126,54 m

ΔH (Perbedaan ketinggian) = 3 m

Dari hasil perhitungan waktu kosentrasi

$$t_c = 0,01947 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$= 0,01947 \times 1126,54^{0,77} \times (3/1126,54)^{-0,385}$$

$$= 0,01947 \times 233,792 \times 9,8001$$

$$= 0,7117 \text{ jam} = 42,7014 \text{ menit}$$

C. Intensitas Hujan (I)

Perhitungan Intensitas Hujan menggunakan metode Talbot dengan durasi 1 jam dengan kala ulang tertentu.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Intensitas Hujan.

Kala Ulang	tc (menit)	I (mm/jam)
5	42.7014	68.8870
10	42.7014	71.5000
25	42.7014	84.3535
50	42.7014	91.1262
100	42.7014	98.0839

hasil metode Log Pearson



D. Koefisien Pengaliran (C)

Nilai koefisien pengaliran (C) pertama harus menghitung nilai rata-rata dari koefisien berdasarkan luas daerah tata guna lahan.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Air Hujan Sub Catchment Area

Catchment Area (C.A)	Kala Ulang	A (km ²)	I (mm/jam)	C	Q Air Hujan (m ³ /dt)
C.A 1	5	0.0644	68.8870	0.5137	0.6335
	10		75.5824		0.6951
	25		84.3535		0.7757
	50		91.1262		0.8380
C.A 2	5	0.0971	68.8870	0.4048	0.7528
	10		75.5824		0.8260
	25		84.3535		0.9218
	50		91.1262		0.9958
C.A 3	5	0.0658	68.8870	0.3965	0.4996
	10		75.5824		0.5482
	25		84.3535		0.6118
	50		91.1262		0.6609
C.A 4	5	0.0529	68.8870	0.3561	0.3608
	10		75.5824		0.3959
	25		84.3535		0.4418
	50		91.1262		0.4773

E. Debit Buangan

Tabel 8. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Metode Geometri

No	Tahun	n	Penduduk (jiwa)
1	2015	0	30899
2	2020	5	41332
3	2025	10	55287
4	2030	15	73955
5	2035	20	98926
6	2040	25	132328
7	2045	30	177008
8	2050	35	236774
9	2055	40	316720
10	2060	45	423659
11	2065	50	566707

Debit buangan dengan kala ulang 10 tahun:

- Debit buangan pada Catchment Area 1 = 80%
x 0.0015 = 0.0012 m³/dt
- Debit buangan pada Catchment Area 2 = 80%
x 0.0052 = 0.0042 m³/dt
- Debit buangan pada Catchment Area 3 = 80%
x 0.0034 = 0.0027 m³/dt
- Debit buangan pada Catchment Area 4 = 80%
x 0.0008 = 0.0006 m³/dt

F. Debit Limpasan Jalan

Tabel 9. Debit Limpasan Jalan Durasi 1 jam

Catchment Area (C.A)	Kala Ulang	C	A (km ²)	I (mm/jam)	Q Limpasan (m ³ /dt)
C.A 1	5	0.8	0.0052	68.8870	0.0798
	10	0.8	0.0052	75.5824	0.0875
	25	0.8	0.0052	84.3535	0.0977
	50	0.8	0.0052	91.1262	0.1055
C.A 2	5	0.8	0.0052	68.8870	0.0789
	10	0.8	0.0052	75.5824	0.0866
	25	0.8	0.0052	84.3535	0.0967
	50	0.8	0.0052	91.1262	0.1044
C.A 3	5	0.8	0.0037	68.8870	0.0563
	10	0.8	0.0037	75.5824	0.0618
	25	0.8	0.0037	84.3535	0.0689
	50	0.8	0.0037	91.1262	0.0745
C.A 4	5	0.8	0.0021	68.8870	0.0315
	10	0.8	0.0021	75.5824	0.0346
	25	0.8	0.0021	84.3535	0.0386
	50	0.8	0.0021	91.1262	0.0417

Jadi Debit Rancangan Total

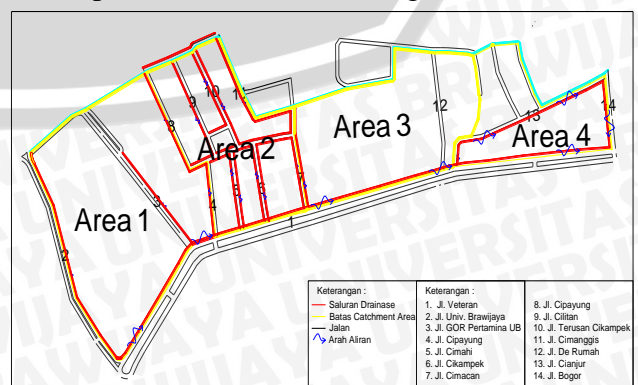
$$Q_{\text{rancangan total}} = Q_{\text{air hujan}} + Q_{\text{buangan domestik}} + \text{Debit limpasan jalan}$$

Tabel 10. Debit Rancangan Total

Catchment Area (C.A)	Kala Ulang	Q (m ³ /dt)			
		Air Hujan	Buangan	Limpasan	Total
C.A 1	5	0.6335	0.0010	0.0798	0.7143
	10	0.6951	0.0012	0.0875	0.6963
	25	0.7757	0.0020	0.0977	0.7777
C.A 2	5	0.8380	0.0038	0.1055	0.8418
	10	0.7528	0.0026	0.0789	0.8344
	25	0.8260	0.0042	0.0866	0.9168
C.A 3	5	0.9218	0.0167	0.0967	1.0352
	10	0.9958	0.1794	0.1044	1.2796
	25	0.9218	0.0167	0.0967	1.0352
C.A 4	5	0.4996	0.0023	0.0563	0.5582
	10	0.5482	0.0042	0.0618	0.6141
	25	0.6118	0.0123	0.0689	0.6931
C.A 4	50	0.6609	0.0646	0.0745	0.8000
	5	0.3608	0.0008	0.0315	0.3931
	10	0.3959	0.0010	0.0346	0.4314
C.A 4	25	0.4418	0.0018	0.0386	0.4822
	50	0.4773	0.0042	0.0417	0.5231

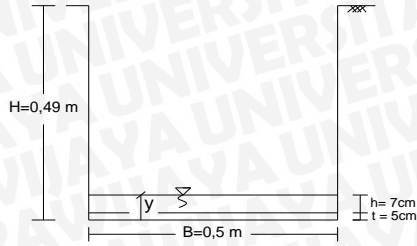
2. Analisis Penampang Saluran Drainase

A. Kapasitas Saluran Eksisting



Gambar 3. Saluran Drainase Eksisting

Perhitungan Saluran drainase Jl.Cimacan



$$A = B \times H = 0,245 \text{ m}^2$$

$$P = B + 2.H = 1,48 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,03} \cdot \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,02^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,421 \text{ m}^2/\text{dt}$$

$$Q (\text{kapasitas sal.}) = A \cdot V$$

$$Q = 0,245 \times 1,421 = 0,348 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q_{\text{Kapasitas}} < Q_{\text{rancangan Total}} = 0,348 < 0,9168 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Jadi, saluran jl.Cimacan tidak mampu menampung debit rancangan total.

Perhitungan saluran drainase bentuk penampang yang berbeda sama seperti contoh diatas.

Tabel 11. Perhitungan Kapasitas Sal.Eksisting

No	C.A	Saluran	Lebar		Kemiringan		Tinggi H (cm)	Luas A (m2)	Kecepatan V (m ³ /dt)	Kapasitas Q (m ³ /dt)
			B (cm)	b (cm)	n (cm)	m (cm)				
1	1	JL. Veteran	80	80	-	-	70	0.560	1.893	1.060
2	1	JL. Univ Brawijaya	90	70	10	5	50	1.257	2.982	3.748
3	1	Timur Bunderan	30	30	-	-	100	0.300	1.212	0.364
4	1	JL. Gor Pertamina UB	56	30	10	5	40	0.803	2.816	2.261
5	1	JL. Gor Pertamina UB	60	32	10	5	40	0.803	2.795	2.245
6	2	JL. Cimacan	50	50	-	-	49	0.245	1.421	0.348
7	2	JL. Terusan Cikampek	30	30	-	-	40	0.120	1.076	0.129
8	2	JL. Cimanggis	35	35	-	-	30	0.105	1.086	0.114
9	2	JL. Cimahi	42	42	-	-	50	0.210	1.318	0.277
10	2	JL. Cipayung	50	50	-	-	70	0.350	1.526	0.534
11	2	JL. Cilitan	42	42	-	-	46	0.193	1.296	0.250
12	2	JL. Cikampek	53	53	-	-	55	0.292	1.496	0.436
13	4	Jl. Bogor	110	110	-	-	110	1.210	2.415	2.922
14	4	Jl. Veteran	130	130	-	-	150	1.950	2.783	5.426
15	4	JL. Cianjur	56	56	-	-	63	0.353	1.579	0.557

B. Analisis Debit Luapan Saluran.

$$Q_{\text{Luapan}} : Q_{\text{Rancangan}} - Q_{\text{Kapasitas}}$$

$$\text{Efisiensi Debit Rancangan} = \frac{\text{Kapasitas Drainase}}{\text{Debit Rancangan}} \times 100\%$$

Tabel 12. Perhitungan Debit Luapan Sal. Drainase

No	C.A	Saluran	Kapasitas	Rancangan	Limpasan
			Q (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)
1	1	JL. Veteran	1.060	0.696	0.364
2	1	JL. Univ Brawijaya	3.748	0.696	3.052
3	1	Timur Bunderan	0.364	0.696	-0.333
4	1	JL. Gor Pertamina UB	2.261	0.696	1.565
5	1	JL. Gor Pertamina UB	2.245	0.696	1.549
6	2	JL. Cimacan	0.348	0.917	-0.569
7	2	JL. Terusan Cikampek	0.129	0.917	-0.788
8	2	JL. Cimanggis	0.114	0.917	-0.803
9	2	JL. Cimahi	0.277	0.917	-0.640
10	2	JL. Cipayung	0.534	0.917	-0.383
11	2	JL. Cilitan	0.250	0.917	-0.666
12	2	JL. Cikampek	0.436	0.917	-0.481
13	4	Jl. Bogor	2.922	0.431	2.491
14	4	Jl. Veteran	5.426	0.431	4.994
15	4	JL. Cianjur	0.557	0.431	0.126

3. Perencanaan Sumur Resapan

-Perencanaan sumur resapan berdasarkan SNI No. 03-2459-2002.

-Luapan terjadi : Jl.Cimacan, Jl.Terusan Cikampek, Jl.Cimanggis, Jl.Cimahi dan Jl.Cilitan.

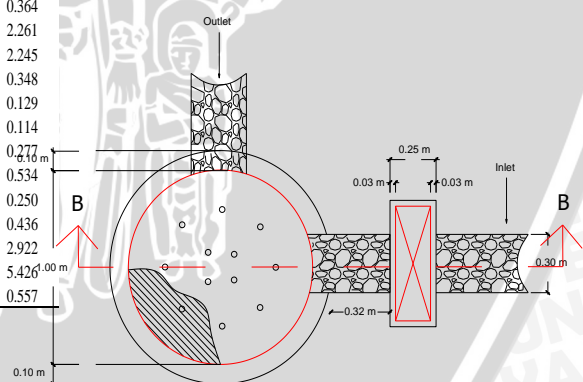
- Luas Catchment Area = 281.000 m²

- Permeabilitas Tanah = 0,0035 m/s

-Intensitas hujan kala ulang 10 th=73,44 mm/jm

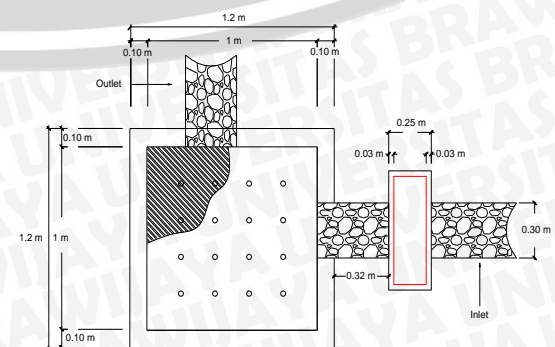
Perencanaan sumur resapan dibuat percobaan 3 tipe yaitu:

Tipe Lingkaran



Gambar 4. Sumur Resapan Tipe 1

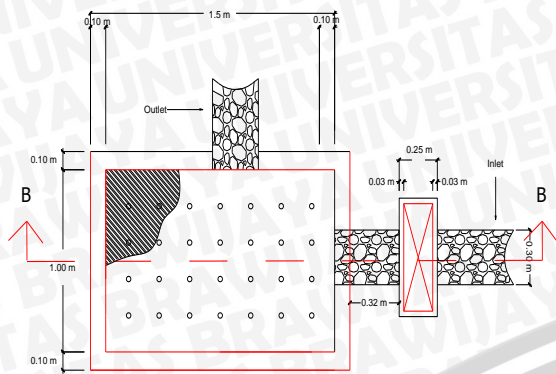
Tipe Persegi



Gambar 5. Sumur Resapan Tipe 2



Tipe Persegi Panjang



Gambar 6. Sumur Resapan Tipe 2

Analisis Sumur Resapan Tipe 1

Data :

$$\begin{aligned} d_{\text{sumur}} &= 1 \text{ m} \\ H &= 3 \text{ m} \\ K &= 0,525 \text{ m/hari} \\ R &= 75.5824 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{ab} &= 0,855 \cdot Ct_{\text{adah}} \cdot A_{\text{tadah}} \cdot R \\ V_{ab} &= 0,855 \cdot 0,8 \cdot 10,2050 \cdot 75,5824 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 527,5818 \text{ L} \\ &= 0,5276 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_e &= 0,9 \cdot R^{0,92}/60 \\ &= 0,9 \cdot 75,5824^{0,92}/60 \\ &= 48,1271 \text{ menit} \\ &= 0,8021 \text{ jam} \end{aligned}$$

Air hujan meresap selama hujan dengan $t_e = 0,8021$ jam

$$\begin{aligned} A_h &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1^2 \\ &= 0,7854 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_v &= \pi \cdot D^2 \cdot H \\ &= \pi \cdot 1^2 \cdot 3 \\ &= 9,4200 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= A_h + A_v \\ &= 0,7854 + 9,4200 \\ &= 10,2050 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{\text{rsp}} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{\text{total}} \cdot K$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,8021}{24} \cdot 10,2050 \cdot 0,525 \\ &= 0,1791 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan volume penampungan (storasi) air hujan

$$\begin{aligned} V_{\text{storasi}} &= V_{ab} - V_{\text{rsp}} \\ V_{\text{storasi}} &= 0,5276 - 0,1791 \\ &= 0,3485 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi V_{storasi} sumur resapan tipe 1 adalah 0,3485 m^3

Analisis Sumur Resapan Tipe 2

Data :

$$\begin{aligned} P &= 1 \text{ m} \\ L &= 1 \text{ m} \\ H &= 3 \text{ m} \\ K &= 0,525 \text{ m/hari} \\ R &= 75,5824 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} V_{ab} &= 0,855 \cdot Ct_{\text{adah}} \cdot A_{\text{tadah}} \cdot R \\ V_{ab} &= 0,855 \cdot 0,8 \cdot 7 \cdot 75,5824 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 361,8885 \text{ L} \\ &= 0,3619 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_e &= 0,9 \cdot R^{0,92}/60 \\ &= 0,9 \cdot 75,5824^{0,92}/60 \\ &= 48,1271 \text{ menit} \\ &= 0,8021 \text{ jam} \end{aligned}$$

Air hujan meresap selama hujan dengan $t_e = 0,8021$ jam

$$\begin{aligned} A_h &= P \cdot L \\ &= 1 \cdot 1 \\ &= 1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot P \cdot L \cdot H \\ &= 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 \\ &= 6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= A_h + A_v \\ &= 1 + 6 \\ &= 7 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{total} \cdot K$$

$$= \frac{0,8021}{24} \cdot 7 \cdot 0,525$$

$$= 0,1228 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume penampungan (storasi) air hujan

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

$$V_{storasi} = 0,3485 - 0,1228$$

$$= 0,2257 \text{ m}^3$$

Jadi $V_{storasi}$ sumur resapan tipe 2 adalah 0,2257 m^3

Analisis Sumur Resapan Tipe 3

Data :

$$P = 1,5 \text{ m}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$H = 3 \text{ m}$$

$$K = 0,525 \text{ m/hari}$$

$$R = 75.5824 \text{ mm/jam}$$

$$V_{ab} = 0,855 \cdot Ct_{adah} \cdot A_{tadah} \cdot R$$

$$V_{ab} = 0,855 \cdot 0,8 \cdot 10,5 \cdot 75,5824$$

$$= 542,8328 \text{ L}$$

$$= 0,5428 \text{ m}^3$$

$$t_e = 0,9 \cdot R^{0,92}/60$$

$$= 0,9 \cdot 75.5824^{0,92}/60$$

$$= 48,1271 \text{ menit}$$

$$= 0,8021 \text{ jam}$$

$$A_h = P \cdot L$$

$$= 1,5 \cdot 1$$

$$= 1,5 \text{ m}^2$$

$$A_v = 2 \cdot P \cdot L \cdot H$$

$$= 2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 3$$

$$= 9 \text{ m}^2$$

$$A_{total} = A_h + A_v$$

$$= 1,5 + 9$$

$$= 10,5 \text{ m}^2$$

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{24} \cdot A_{total} \cdot K$$

$$= \frac{0,8021}{24} \cdot 10,5 \cdot 0,525$$

$$= 0,1842 \text{ m}^3$$

Perhitungan volume penampungan (storasi) air hujan

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

$$V_{storasi} = 0,5428 - 0,1842$$

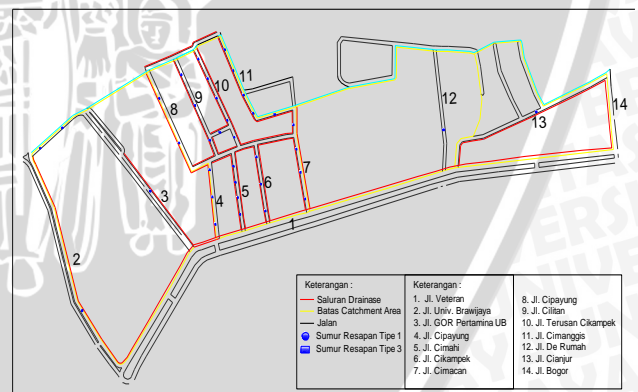
$$= 0,3586 \text{ m}^3$$

Jadi $V_{storasi}$ sumur resapan tipe 3 adalah 0,3586 m^3 .

Tabel 13. Rekapitulasi Kebutuhan Sumur Resapan di Kelurahan Penanggungan Bag.Selatan

No	C.A	Saluran	Limpasan Saluran Q (m ³ /dt)	Jumlah Sumur		
				Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
1	1	Jl. Veteran	0.364	1	1	1
2	1	Jl. Univ Brawijaya	3.052	1	1	1
3	1	Timur Bunderan	-0.333	2	3	2
4	1	Jl. Gor Pertamina UB	1.565	1	1	1
5	1	Jl. Gor Pertamina UB	1.549	1	1	1
6	2	Jl. Cimacan	-0.569	3	5	3
7	2	Jl. Terusan Cikampek	-0.788	4	6	4
8	2	Jl. Cimanggis	-0.803	4	7	4
9	2	Jl. Cimahi	-0.640	4	5	3
10	2	Jl. Cipayang	-0.383	2	3	2
11	2	Jl. Cilitan	-0.666	4	5	4
12	2	Jl. Cikampek	-0.481	3	4	3
13	4	Jl. Bogor	2.491	1	1	1
14	4	Jl. Veteran	4.994	1	1	1
15	4	Jl. Cianjur	0.126	1	1	1

Jadi, dari ketiga tipe sumur resapan di atas dipilih jumlah yang paling sedikit.



Gambar 7. Sebaran Sumur Resapan

A. Pengurangan Kapasitas Saluran Drainase Akibat Sumur Resapan

Tabel 14. Besarnya Debit Saluran Ada Sumur Resapan

No	C.A	Saluran	Kapasitas Saluran	Jumlah	Debit Reduksi
			Q (m ³ /dt)	Sumur	Sumur Resapan
1	1	JL. Veteran	1.060	1	0.179
2	1	JL. Univ Brawijaya	3.748	1	0.179
3	1	Timur Bunderan	0.364	2	0.368
4	1	JL. Gor Pertamina UB	2.261	1	0.179
5	1	JL. Gor Pertamina UB	2.245	1	0.179
6	2	JL. Cimacan	0.348	4	0.737
7	2	JL. Terusan Cikampek	0.129	5	0.921
8	2	JL. Cimanggis	0.114	5	0.921
9	2	JL. Cimahi	0.277	4	0.737
10	2	JL. Cipayung	0.534	3	0.553
11	2	JL. Cilitan	0.250	4	0.737
12	2	JL. Cikampek	0.436	3	0.553
13	4	Jl. Bogor	2.922	1	0.179
14	4	Jl. Veteran	5.426	1	0.179
15	4	JL. Cianjur	0.557	1	0.179
Debit Total			20.672	37	6.780

4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Biaya pembuatan 1 buah sumur resapan untuk tipe 1 membutuhkan **Rp.4.975.760,00**, untuk sumur resapan tipe 2 membutuhkan **Rp. 4.714.187,00** dan untuk sumur resapan tipe 3 sebesar **Rp. 5.639.675,00**. Untuk rincian biaya pembuatan sumur resapan pada wilayah studi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 15. Rincian Biaya Pembuatan Sumur Resapan

No	Saluran	Tipe	Jumlah	Rincian Biaya
		Sumur Resapan	Sumur Resapan	Sumur Resapan
1	JL. Veteran	Tipe 1	1	4,975,759
2	JL. Univ Brawijaya	Tipe 1	1	4,975,759
3	Timur Bunderan	Tipe 3	2	11,279,349
4	JL. Gor Pertamina UB	Tipe 1	1	4,975,759
5	JL. Gor Pertamina UB	Tipe 1	1	4,975,759
6	JL. Cimacan	Tipe 3	4	22,558,699
7	JL. Terusan Cikampek	Tipe 3	5	28,198,374
8	JL. Cimanggis	Tipe 3	5	28,198,374
9	JL. Cimahi	Tipe 3	4	22,558,699
10	JL. Cipayung	Tipe 3	3	16,919,024
11	JL. Cilitan	Tipe 3	4	22,558,699
12	JL. Cikampek	Tipe 3	3	16,919,024
13	Jl. Bogor	Tipe 1	1	4,975,759
14	Jl. Veteran	Tipe 1	1	4,975,759
15	JL. Cianjur	Tipe 1	1	4,975,759
Total			37	Rp. 204,020,565

Biaya yang diperlukan untuk penanggulangan luapan banjir dan meninggikan muka air tanah pada lokasi studi adalah sebesar **Rp.204.020.564,-**

KESIMPULAN

1. Debit banjir rancangan dihitung dengan periode 10 tahun *catchment area* 1 sebesar $Q_{10} = 0.6963 \text{ m}^3/\text{det}$, *catchment area* 2 sebesar $Q_{10} = 0.9168 \text{ m}^3/\text{det}$, *catchment area* 3 sebesar $Q_{10} = 0.6141 \text{ m}^3/\text{det}$, sedangkan *catchment area* 4 sebesar $Q_{10} = 0.4314 \text{ m}^3/\text{det}$
2. Kapasitas Saluran Eksisting

Tabel 16. Kapasitas Saluran Eksisting

No	C.A	Saluran	Lebar		Kemiringan		Tinggi	Luas	Kecepatan	Kapasitas
			B (cm)	b (cm)	n (cm)	m (cm)	H (cm)			
1	1	JL. Veteran	80	80	-	-	70	0.560	1.893	1.060
2	1	JL. Univ Brawijaya	90	70	10	5	50	1.257	2.982	3.748
3	1	Timur Bunderan	30	30	-	-	100	0.300	1.212	0.364
4	1	JL. Gor Pertamina UB	56	30	10	5	40	0.803	2.816	2.261
5	1	JL. Gor Pertamina UB	60	32	10	5	40	0.803	2.795	2.245
6	2	JL. Cimacan	50	50	-	-	49	0.245	1.421	0.348
7	2	JL. Terusan Cikampek	30	30	-	-	40	0.120	1.076	0.129
8	2	JL. Cimanggis	35	35	-	-	30	0.105	1.086	0.114
9	2	JL. Cimahi	42	42	-	-	50	0.210	1.318	0.277
10	2	JL. Cipayung	50	50	-	-	70	0.350	1.526	0.534
11	2	JL. Cilitan	42	42	-	-	46	0.193	1.296	0.250
12	2	JL. Cikampek	53	53	-	-	55	0.292	1.496	0.436
13	4	Jl. Bogor	110	110	-	-	110	1.210	2.415	2.922
14	4	Jl. Veteran	130	130	-	-	150	1.950	2.783	5.426
15	4	JL. Cianjur	56	56	-	-	63	0.353	1.579	0.557

3. Debit Luapan Saluran Drainase

Tabel 17. Debit Luapan Sal.Drainase

No	C.A	Saluran	Kapasitas	Rancangan	Limpasan
			Q (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)
1	1	JL. Veteran	1.060	0.696	0.364
2	1	JL. Univ Brawijaya	3.748	0.696	3.052
3	1	Timur Bunderan	0.364	0.696	-0.333
4	1	JL. Gor Pertamina UB	2.261	0.696	1.565
5	1	JL. Gor Pertamina UB	2.245	0.696	1.549
6	2	JL. Cimacan	0.348	0.917	-0.569
7	2	JL. Terusan Cikampek	0.129	0.917	-0.788
8	2	JL. Cimanggis	0.114	0.917	-0.803
9	2	JL. Cimahi	0.277	0.917	-0.640
10	2	JL. Cipayung	0.534	0.917	-0.383
11	2	JL. Cilitan	0.250	0.917	-0.666
12	2	JL. Cikampek	0.436	0.917	-0.481
13	4	Jl. Bogor	2.922	0.431	2.491
14	4	Jl. Veteran	5.426	0.431	4.994
15	4	JL. Cianjur	0.557	0.431	0.126

4. Didapatkan sumur resapan untuk wilayah kelurahan Penanggungan bagian Selatan dengan tipe 1 berbentuk lingkaran diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter. Sedangkan tipe 3 berbentuk persegi panjang ukuran 1,5x1 meter dan kedalaman 3 meter. Untuk perletakan sumur resapan berdasarkan perda Kota Malang No 17 tahun 2001. Sumur

resapan diletakkan pada bahu jalan yang ada di wilayah studi.

- Saluran drainase sebelum adanya perletakan sumur resapan mempunyai kapasitas sebesar $20,672 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dengan adanya perletakan sumur resapan sebanyak 37 buah yang terdapat di sepanjang jalan pada wilayah studi, debit kapasitas saluran berkurang menjadi $13,892 \text{ m}^3/\text{detik}$ karena sumur resapan dapat mereduksikan air sebesar $6,780 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembuatan sumur resapan di Kelurahan Penanggungan, Kecamatan Klojen untuk 1 buah sumur resapan tipe 1 membutuhkan biaya **Rp.4.975.760,00**, untuk rencana anggaran biaya (RAB) sumur resapan untuk tipe 2 sebesar **Rp. 4.714.187,00** sedangkan rencana anggaran biaya (RAB) sumur resapan untuk tipe 3 sebesar **Rp. 5.639.675,00**. Sehingga total Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk membangun 37 buah sumur resapan sebesar **Rp.204.020.564,-**

SARAN

Dari analisis data yang telah diperoleh dan dari kesimpulan yang diperoleh maka berikut merupakan saran terkait dengan studi yang dilakukan :

- Pengambilan data pada saluran drainase hendaknya dilakukan saat musim hujan.
- Untuk penelitian selanjutnya diharapkan data permeabilitas tanah pada lokasi studi diuji terlebih dahulu di laboratorium.
- Penggunaan sumur resapan dapat divariasikan dengan bangunan drainase yang lain.

- Perlu dilakukan pemeliharaan secara rutin dan pemasangan *trash rack* sebelum masuk kedalam sumur resapan.
- Diperlukan pemeliharaan berkala agar sumur resapan dapat berfungsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chairil Saleh. 2011. Kajian Penanggulangan Limpasan Dengan menggunakan Sumur Resapan (Studi Kasus di Daerah Perumahan Made Kabupaten Lamongan).
- Kusnaedi, 2007, *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaani*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- SNI No. 03-2453-2002. 2002. *Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Perkarangan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sunjoto, 2011, *Outline Teknik Drainase Pro-Air*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrolika Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.