

# Pemanfaatan Sumur Resapan pada Rainwater Harvesting di Kawasan Perumahan, Tlogoadi, Sleman

Annisa Lulu Malikhah\* dan Mawiti Infantri Yekti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

## Kata Kunci:

Kawasan Perumahan  
Konservasi Air Tanah  
Limpasan  
Pemanenan Air Hujan  
Sumur Resapan

## Keywords:

Time History Analysis  
Sinusoidal Earthquake  
Ground Motion  
Structure Response  
Deflection

## ABSTRAK

Peningkatan pembangunan kawasan perumahan sering kali menyebabkan berkurangnya area resapan alami, sehingga meningkatkan limpasan permukaan (surface runoff) dan risiko banjir lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan sumur resapan dalam sistem pemanenan air hujan (rainwater harvesting) sebagai solusi pengelolaan air hujan yang berkelanjutan di kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman. Sumur resapan dirancang untuk meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah, mengurangi limpasan permukaan, dan mendukung pengisian ulang air tanah. Metode penelitian melibatkan analisis hidrologi untuk menghitung volume limpasan air hujan berdasarkan data curah hujan lokal, analisis data tanah dan log litolog akuifer yang ada pada kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman tepatnya di Karangbajang, pada saat menentukan posisi dan desain optimal sumur resapan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa volume penyimpanan air hujan yang didapatkan rata-rata sebesar 5,15 m<sup>3</sup> dengan kedalaman sumur rerata sebesar 2,1 meter. Dengan pertimbangan log litolog pada kawasan perumahan tersebut memiliki muka air tanah sedalam 3,00 meter, maka pembuatan sumur resapan dirancang sedalam 2,00 meter. Perancangan sumur resapan ini diharapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan dalam mitigasi risiko banjir dan konservasi sumber daya air. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa pembuatan sumur resapan ini memiliki biaya yang relatif terjangkau yaitu berkisar antara Rp1.510.000 – Rp7.102.000 dengan material berbeda.

## ABSTRACT

*Increasing the development of residential areas often causes a reduction in natural infiltration, thus increasing surface runoff and local flood risks. This study aims to determine the effectiveness of the use of infiltration wells in a rainwater harvesting system as a sustainable rainwater management solution in the Tlogoadi residential area, Sleman. Infiltration wells are designed to increase rainwater infiltration into the soil, reduce surface runoff, and support groundwater recharge. The research method includes hydrological analysis to calculate rainwater runoff volumes based on local precipitation data, alongside soil analysis and aquifer lithological logs within the Tlogoadi residential area in Sleman, specifically in Karangbajang, to determine optimal positioning and design parameters for infiltration wells. This study indicate an average rainwater storage volume of 5,15 m<sup>3</sup>, with an average well depth of 2,1 meters. Taking into consideration the lithological profile of the residential area, which exhibits a groundwater table at 3,00 meters depth, the infiltration wells were designed with a depth of 2,00 meters. This infiltration well design is anticipated to yield significant long-term benefits for flood risk mitigation and water resource conservation. Economic feasibility analysis demonstrates that the construction of these infiltration wells is relatively cost effective, with expenditures ranging from IDR 1.510.000 to IDR 7.102.000 depending on material selection.*



This is an open access article under the CC-BY license.

## 1. Pendahuluan

Air hujan merupakan unsur utama yang berperan penting dalam siklus hidrologi dan keberlangsungan ekosistem di bumi. Sebagai salah satu jenis curah hujan, air hujan memberikan kontribusi signifikan terhadap ketersediaan sumber daya air di daratan seperti sungai, danau, dan akuifer. Melalui analisis hidrologi, informasi tentang intensitas, durasi, dan frekuensi hujan dapat dimanfaatkan untuk mendukung perencanaan sistem drainase,

pengendalian banjir, dan perencanaan tata ruang berbasis mitigasi [1].

Kawasan perumahan merupakan bagian integral dari pembangunan infrastruktur yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan hunian bagi masyarakat. Pengembangan kawasan perumahan tidak hanya melibatkan pembangunan unit rumah, namun juga mencakup penyediaa fasilitas penunjang seperti jaringan jalan, sistem drainase, penyediaan air bersih, pengelolaan limbah, dan ruang terbuka hijau [4].

\*Corresponding author.

E-mail: [annisalulu.2021@student.uny.ac.id](mailto:annisalulu.2021@student.uny.ac.id)

Available online 1 September 2025

Aspek hidrologi menjadi perhatian penting dalam pembangunan kawasan perumahan, terutama dalam pengelolaan air hujan dan mitigasi risiko banjir. Semakin banyaknya area kedap air akibat pembangunan, peningkatan limpasan permukaan (surface runoff) menjadi isu yang signifikan.

Sumur resapan merupakan salah satu teknologi konservasi air yang dirancang untuk meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Sumur resapan dirancang sebagai struktur sederhana yang menampung air hujan dari atap bangunan, jalan, atau area kedap air lainnya yang dialirkan melalui saluran khusus [2].

Sumur ini dilengkapi dengan lapisan material berpori, seperti batu kerikil atau pasir, untuk mendukung proses infiltrasi. Dengan menyerap air hujan langsung ke dalam tanah, sumur resapan secara signifikan mengurangi volume limpasan yang mengalir ke sistem drainase, sehingga mengurangi beban infrastruktur drainase perumahan.

Keberhasilan implementasi sumur resapan bergantung pada beberapa faktor, seperti kemampuan tanah menyerap air (soil permeability), kedalaman muka air tanah (water table) dan tingkat polusi air hujan. Sumur resapan memerlukan perencanaan yang cermat termasuk analisis geoteknik dan hidrologi untuk menentukan lokasi, ukuran, dan jumlah sumur yang optimal [15].

Pemanenan air hujan berkontribusi pada pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan dan mitigasi risiko banjir. Sistem ini membantu mengurangi beban pada sistem drainase dan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah dengan mengurangi limpasan permukaan.

Kondisi eksisting menunjukkan adanya perubahan fungsi lahan, dimana kebun yang sebelumnya tidak terkelola telah beralih menjadi kompleks perumahan. Perubahan ini mengakibatkan berkurangnya area resapan air, terutama dengan penggunaan paving block sebagai material jalan yang semakin mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan. Alih fungsi lahan telah mengakibatkan terjadinya genangan dan limpasan air hujan yang mengalir ke jalan kompleks maupun jalan desa.

Perumahan memerlukan sumur resapan untuk mengurangi limpasan air hujan yang berpotensi menyebabkan banjir lokal di wilayah tersebut. Meskipun demikian, kawasan perumahan tersebut telah dilengkapi dengan saluran drainase berupa selokan yang mengalirkan air langsung ke saluran drainase jalan, yang kemudian bermuara ke sungai kecil di sekitar area tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang melibatkan analisis data numerik untuk menguji hipotesis. Penelitian kuantitatif berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik untuk mengidentifikasi pola, hubungan, atau efek tertentu. Pendekatan ini menggunakan metode statistik untuk mengukur variabel dan menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya [3].

Penelitian ini meliputi analisis hidrolis, analisis geoteknik, dan analisis biaya. Pada analisis hidrolis dibutuhkan data curah hujan harian 10 tahun. Analisis geoteknik menggunakan data jenis tanah yang diperoleh dari pengujian sondir dan hand bor. Analisis biaya menggunakan standar harga daerah Sleman dengan Analisis Harga Satuan Pekerjaan.

Lokasi penelitian berada di kawasan perkotaan dengan kepadatan penduduk yang tinggi, namun masih terdapat sawah dan kebun yang tersisa. Area penelitian terletak di kawasan perumahan desa Karangbajang, Tlogoadi, Sleman.



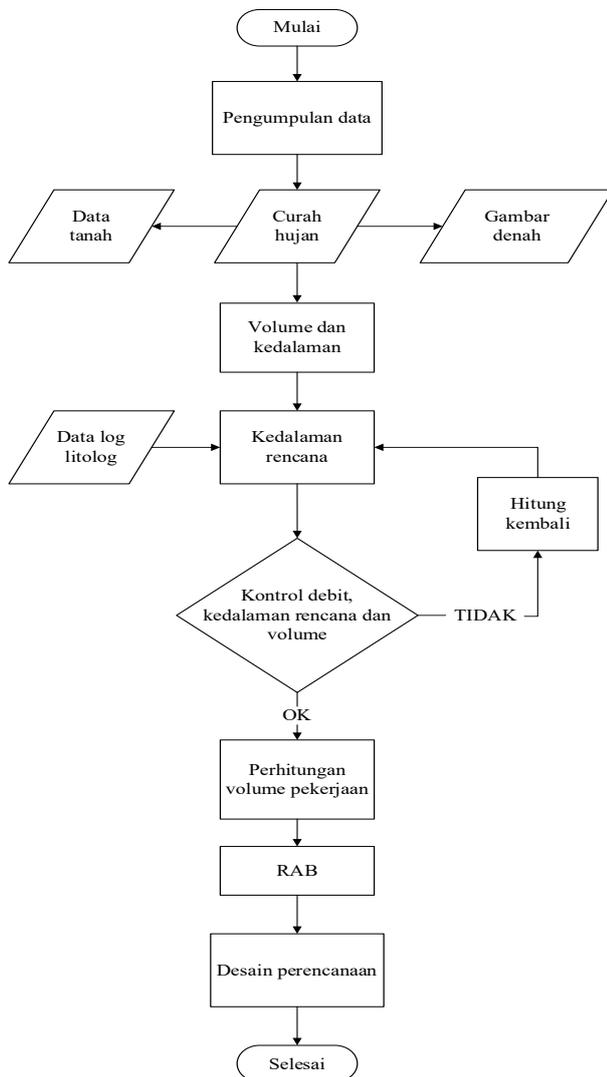
**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

Data curah hujan yang digunakan dalam perencanaan sumur resapan akan diambil dari Climate Hazards Groups InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS). Penggunaan data dari CHIRPS memungkinkan analisis curah hujan di wilayah yang memiliki keterbatasan stasiun pengamatan lokal. Penggunaan CHIRPS dianggap lebih efisien karena satelit yang digunakan dapat menyimpan data hujan sesuai dengan lokasi yang dipilih. Data ini sangat berguna untuk memodelkan intensitas curah hujan dan mendukung perencanaan kapasitas sumur resapan.

Terdapat penelitian yang mengevaluasi akurasi data CHIRPS terhadap pengamatan BMKG di Kalimantan Barat menggunakan metode *point to pixel* untuk periode 2002-2021. Hasil analisis menunjukkan korelasi lemah ( $R=0,25$ ) antara kedua dataset, meskipun akurasi kuantitatif tergolong baik dengan percent 9,92%. Nilai *Critical Success Index* (CSI) 0,56 mengindikasikan kemampuan CHIRPS dalam mendeteksi kejadian hujan,

meski cenderung underestimate pada 5 stasiun dan overestimate pada 2 stasiun. Akurasi meningkat di wilayah pesisir, namun diperlukan koreksi faktor khusus untuk kategori hujan ringan ( $< 20$  mm) dan hujan lebat untuk optimasi pemanfaatan data [16].

Data in situ yang dimiliki yaitu data denah rumah untuk dua tipe dan site plan. Denah tersebut memiliki spesifikasi berbeda sesuai dengan tipe masing-masing rumah. Data tanah yang diperoleh yaitu jenis tanah lempung lunak dan berpasir. Perencanaan sumur resapan memerlukan data tanah untuk mendefinisikan angka permeabilitas. Koefisien permeabilitas yang diperoleh sebesar  $0,001$  cm/detik atau  $10^{-3}$  cm/detik.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## 2.1 Tinjauan Pustaka

### Air Hujan

Air hujan dapat didefinisikan sebagai komponen utama dalam siklus hidrologi yang memiliki peran penting dalam

hal penyediaan sumber daya air. Air hujan dengan curah hujan yang bervariasi berdasarkan lokasi geografis dan waktu. Faktor-faktor seperti iklim, topografi, dan musim mempengaruhi distribusi dan intensitas hujan. Pemahaman mengenai pola curah hujan lokal diperlukan untuk perencanaan drainase dan pengelolaan sumber daya air [1].

Hujan tidak hanya menjadi sumber air utama bagi kebutuhan domestik, pertanian, dan industri, tetapi juga memiliki peran vital dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Kualitas air hujan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dan pencemaran udara. Dalam beberapa kasus, air hujan dapat mengandung zat pencemar seperti nitrogen oksida dan sulfur dioksida yang menyebabkan hujan asam. Fenomena ini dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan, seperti penurunan kesuburan tanah, kerusakan ekosistem air, dan degradasi bangunan [1].

### Kawasan Perumahan

Kawasan perumahan adalah wilayah yang dirancang untuk menyediakan hunian layak beserta infrastruktur penunjang seperti jalan, drainase, jaringan air bersih, dan ruang terbuka hijau [4]. Salah satu aspek penting dalam perencanaan kawasan perumahan adalah pengelolaan air hujan, terutama untuk mengurangi risiko banjir akibat limpasan permukaan. Pembangunan perumahan sering kali meningkatkan luas area kedap air yang mengurangi infiltrasi alami [6]. Pemilihan material seperti beton untuk jalan, paving block untuk trotoar, dan teknologi konstruksi ramah lingkungan dapat memengaruhi durabilitas, biaya, dan efisiensi pembangunan [12].

### Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) adalah metode pengumpulan dan penyimpanan air hujan yang jatuh di atap bangunan atau permukaan lainnya untuk digunakan kembali. Dalam konteks teknik sipil, pemanenan air hujan berperan penting dalam konservasi air, pengurangan limpasan permukaan, dan pengisian ulang air tanah [8]. Dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan, beberapa komponen utama yang perlu diperhatikan meliputi area penangkapan (biasanya atap bangunan), saluran pengumpul, sistem penyaringan, tangki penyimpanan, dan sistem distribusi. Implementasi pemanenan air hujan juga memerlukan pertimbangan aspek sosial dan ekonomi. Kesadaran masyarakat mengenai manfaat dan pentingnya sistem ini perlu ditingkatkan melalui edukasi dan pelatihan.

### Sumur Resapan

Sumur resapan dapat didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang biasanya digunakan untuk mengelola air hujan dengan cara menyerap dan mengalirkannya ke dalam tanah. Tujuan utama dari konstruksi ini adalah untuk mengurangi limpasan permukaan yang dapat memicu genangan atau banjir. Sumur resapan digunakan dengan cara menampung air hujan kemudian diresapkan ke dalam tanah melalui struktur sumur yang telah dibangun. Sumur resapan baiknya dibangun di lahan yang cukup datar dan jauh dari sumber pencemaran, seperti septic tank atau saluran limbah. Kedalaman dan diameter sumur disesuaikan dengan kondisi tanah dan volume air hujan yang akan diserap. Penggunaan material seperti batu belah pasir, dan geotekstil dapat meningkatkan efisiensi peresapan air ke dalam tanah.

### Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah untuk memungkinkan air mengalir melalui pori-pori tanah. Permeabilitas tanah sangat penting dalam menjaga keseimbangan air tanah, mengurangi risiko banjir dan erosi, serta mendukung pertumbuhan tanaman [13]. Permeabilitas tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tekstur tanah, struktur tanah, kandungan air, kandungan bahan organik dan kepadatan tanah. Rendahnya permeabilitas tanah dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti banjir, erosi, dan kekurangan air tanah [18].

### Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah studi tentang sifat, perilaku dan distribusi air di Bumi, termasuk siklus hidrologi, curah hujan, aliran sungai, dan kualitas air [13]. Tahapan pertama yang dilakukan dalam analisis hidrologi yaitu menentukan jenis distribusi. Penentuan jenis distribusi dapat dilakukan dengan menganalisis data curah hujan maksimum harian yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi [5].

**Tabel 1.** Parameter Syarat Distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$ $C_k \approx 5,383$
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$

### Kala Ulang Hujan

Penentuan periode ulang didasarkan pada pertimbangan ekonomi. Dalam prinsip penyelesaian masalah drainase di kawasan perkotaan atau permukiman dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk menentukan besaran curah hujan dengan periode ulang tertentu, diperlukan persiapan data dan informasi lebih rinci.

### Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang jatuh per satuan waktu pada suatu area tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan mm/jam. Dalam pembuatan sumur resapan, intensitas hujan digunakan untuk menghitung volume air hujan yang harus ditampung atau diresapkan ke dalam tanah [17].

Salah satu rumus yang umum adalah persamaan Mononobe. Berikut merupakan rumus persamaan Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dengan  $I$  adalah intensitas hujan (mm/jam),  $R_{24}$  adalah curah hujan maksimum 24 jam (mm), dan  $t$  adalah durasi hujan (jam).

### Debit Rasional

Metode rasional adalah metode sederhana yang digunakan untuk menghitung debit puncak limpasan air hujan dari suatu area tertentu. Debit ini menjadi acuan dalam merancang sumur resapan agar mampu menampung dan meresapkan volume air hujan secara efektif ke dalam tanah. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa debit limpasan maksimum terjadi ketika seluruh catchment area berkontribusi pada aliran permukaan.

Berikut ini rumus yang digunakan pada metode rasional :

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

Dengan  $Q$  adalah debit limpasan maksimum ( $m^3/s$ ),  $C$  adalah koefisien limpasan,  $I$  adalah intensitas hujan (mm/jam), dan  $A$  adalah luas area tangkapan hujan ( $km^2$ ).

Koefisien limpasan ( $C$ ) mencerminkan kemampuan permukaan area untuk mengalirkan air. Nilainya tergantung dengan jenis permukaan.

### Analisa Sumur Resapan

Analisa Sumur Resapan didasarkan oleh SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan.

Volume andil banjir

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadaha} \cdot A_{tadaha} \cdot R$$

Dengan  $V_{ab}$  adalah volume banjir yang akan ditampung sumur resapan ( $m^3$ ),  $C_{tadaha}$  adalah koefisien limpasan bidang tanah,  $A_{tadaha}$  adalah luas bidang tanah ( $m^2$ ), dan  $R$  adalah tinggi hujan harian rerata ( $L/m^2/hari$ ).

Volume air hujan yang meresap

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

Dengan  $V_{rsp}$  adalah volume air hujan yang meresap ( $m^3$ ),  $t_e$  adalah durasi hujan efektif yang dihitung dengan rumus  $0,9 \times R^{0,92} / 60$  (jam),  $R$  adalah tinggi hujan harian rerata ( $L/m^2/hari$ ),  $A_{total}$  adalah luas dinding sumur ditambah luas alas sumur ( $m^2$ ), dan  $K$  adalah koefisien permeabilitas tanah ( $m/hari$ ).

Volume penyimpanan air hujan

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

Dengan  $V_{ab}$  adalah volume banjir ( $m^3$ ) dan  $V_{rsp}$  adalah volume air hujan yang diinfiltrasi ( $m^3$ ).

Jumlah sumur resapan

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h}$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

Dengan  $n$  adalah jumlah sumur resapan air hujan (buah),  $H_{total}$  adalah kedalaman total sumur resapan air hujan (m), dan  $H_{rencana}$  adalah kedalaman yang direncanakan yang harus lebih kecil dari kedalaman air tanah (m).

### LID Sumur Resapan

*Low Impact Development* (LID) adalah pendekatan pengelolaan air hujan yang bertujuan untuk meminimalkan dampak pembangunan terhadap siklus hidrologi alami. LID menekankan pengelolaan air hujan di lokasi terjadinya curah hujan, sehingga sumur resapan dirancang untuk menangkap air langsung dari area tangkapan seperti atap bangunan, jalan, atau halaman. Sumur resapan memungkinkan air hujan meresap ke dalam tanah, mengisi kembali air tanah, dan mengurangi limpasan yang dapat menyebabkan banjir [14].

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisis Hidrologi

Perhitungan data hujan maksimum harian rata-rata DAS dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan. Pada perhitungan mencari curah hujan maksimum harian, sering kali dilakukan dengan cara yang tidak pas. Ada beberapa cara yang seharusnya ditempuh untuk mendapatkan curah hujan maksimum harian rerata [10].

Penggunaan data curah hujan 10 tahun terakhir dalam perencanaan didasarkan pada asumsi bahwa kondisi iklim dalam periode ini relatif stabil dan representatif untuk proyeksi jangka pendek. Tabel 2 merupakan data curah hujan maksimum harian 10 tahun yang didapatkan dari CHIRPS.

**Tabel 2.** Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	R (mm)
2015	54
2016	56
2017	47
2018	35
2019	45
2020	43
2021	43
2022	70
2023	33
2024	35

### 3.2 Analisis Frekuensi

Analisis ini melibatkan pemilihan distribusi probabilitas yang sesuai, estimasi parameter distribusi, dan pengujian kesesuaian antara data historis dan distribusi teoritis. Beberapa parameter distribusi yang digunakan yaitu nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan standar deviasi ( $\sigma$ ). Perhitungan nilai rata-rata yaitu sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{R_{2015} + R_{2016} + R_{2017} + R_{2018} + R_{2019} + R_{2020} + R_{2021} + R_{2022} + R_{2023} + R_{2024}}{n}$$

$$\bar{x} = 45,8$$

Perhitungan standar deviasi dapat menggunakan rumus berikut.

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$s = 11,3$$

Berdasarkan hasil perhitungan parameter, distribusi Gumbel dan Log Pearson III memenuhi syarat parameter, sedangkan distribusi Normal dan Log Normal tidak memenuhi syarat yang ditetapkan sesuai Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Parameter Syarat Distribusi

Jenis Sebaran	Parameter	Syarat	Keterangan
Normal	$C_s = 0,9$	$C_s \approx 0$	Tidak Memenuhi
	$C_k = 4,7$	$C_k \approx 3$	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 0,9$	$C_s \leq 1,1396$	Memenuhi
	$C_k = 4,7$	$C_k \leq 5,4002$	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 0,7$	$C_s \approx 3C_v + C_v^2 = 3$	Tidak Memenuhi
	$C_k = 4,1$	$C_k = 5,383$	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	$K_T = 1,336$	$C_s \neq 0$	Memenuhi

Selanjutnya, dilakukan pengujian Chi Kuadrat yang disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Uji Chi Kuadrat

Distribusi Probabilitas	C2 terhitung	C2 <sub>cr</sub>	C2/C2 <sub>cr</sub>	Keterangan
Gumbel	4	5,991	<	OK
Normal	2	5,991	<	OK
Log Normal	10	5,991	>	Tidak OK
Log Pearson III	10	5,991	>	Tidak OK

Selanjutnya, dilakukan pengujian Smirnov-Kolmogorov yang disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Uji Smirnov-Kolmogorof

Distribusi Probabilitas	C2 terhitung	C2 <sub>cr</sub>	C2/C2 <sub>cr</sub>	Keterangan
Gumbel	0,1013	0,409	<	OK
Normal	0,15	0,409	<	OK
Log Normal	0,15	0,409	<	OK
Log Pearson III	0,89	0,409	>	Tidak OK

Maka, diperoleh distribusi Gumbal yang mempertimbangkan aspek hidrolis dan uji frekuensi pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Distribusi Gumbel

Periode (Tahun)	Ulang	$Y_t$	K	$R_{max}(mm)$
2		0,3665	-0,135	44,3
5		1,4999	1,058	57,8
10		2,2502	1,848	66,8
20		2,9606	2,596	75,3
25		3,1985	2,847	78,1
50		3,9019	3,587	86,5
100		4,6001	4,322	94,8

### 3.3 Debit Rencana

Perencanaan pembangunan sumur resapan sangat bergantung pada debit rencana. Melalui perhitungan debit rencana, dapat ditentukan volume air yang akan dialirkan dari atap bangunan ke dalam sumur resapan. Metode rasional umum digunakan untuk menghitung debit rencana, dengan mempertimbangkan parameter seperti luas atap, intensitas hujan, dan koefisien limpasan. Intensitas hujan ditentukan melalui perhitungan intensitas hujan rancangan. Luas atap bangunan diperoleh dari denah perencanaan. Pada perencanaan ini, terdapat berbagai metode perhitungan yang dilakukan berdasarkan luas area yang ditentukan. Intensitas hujan rencana (IDR), dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{44,5}{24} \left( \frac{24}{2} \right)^{2/3}$$

$$I = 15,345 \frac{mm}{jam}$$

$$I = 0,0153 m/jam$$

Hasil perhitungan intensitas hujan rencana menghasilkan nilai sebesar 0,015873 m/jam, yang mengindikasikan tingkat curah hujan yang tergolong rendah.

Debit rencana dengan perhitungan metode mononobe menghasilkan debit rencana sebesar 20,05 l/s dengan luas satu kawasan perumahan. Berikut contoh perhitungan debit rencana :

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

$$Q = 0,278 . 0,007 . 0,0153 . A$$

**Tabel 7.** Debit Rencana

No	Klaster	Debit		
		Luas m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /jam	l/s
1	A1	144	1,54	0,427
2	A2	128	1,37	0,380
3	A3	165	1,77	0,492
4	B1	127	1,35	0,376
5	B2	124	1,33	0,369
6	C1	120	1,29	0,357
7	C2	147	1,57	0,436
8	C3	160	1,72	0,477
9	OFFICE	637	6,84	1,899

### 3.4 Volume Andil Banjir

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadaha} \cdot A_{tadaha} \cdot R$$

$$V_{ab} = 0,855 \cdot 0,95 \cdot A_{tadaha} \cdot (44,3 \times 10^{-3})$$

**Tabel 8.** Volume Andil Banjir

No	Klaster	Luas (m <sup>2</sup> )	V <sub>ab</sub> (m <sup>3</sup> )
1	A1	144	5,33
2	A2	128	4,74
3	A3	165	6,14
4	B1	127	4,69
5	B2	124	4,60
6	C1	120	4,45
7	C2	147	5,44
8	C3	160	5,95
9	OFFICE	637	23,68

Volume andil banjir menghasilkan volume limpasan air hujan yang dihasilkan dari area tadah selama periode hujan 2 tahun. Volume andil banjir digunakan untuk mengestimasi kontribusi limpasan permukaan terhadap potensi banjir. Tujuan dari perhitungan volume andil banjir yaitu untuk mencegah genangan banjir dengan mengelola volume air hujan. Besarnya volume andil banjir ditentukan dari koefisien limpasan tadah air hujan

### 3.5 Volume Air Hujan yang Meresap

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

Dengan K adalah koefisien permeabilitas tanah (m/hari).

Untuk dinding sumur yang kedap, nilai  $K_v = K_h$ , untuk dinding tidak kedap diambil nilai  $K_{rata-rata}$ .

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v}{A_{total}}$$

Dimana  $K_{rata-rata}$  adalah rata-rata nilai koefisien permeabilitas tanah (m/hari),  $K_v$  adalah nilai koefisien permeabilitas dinding sumur (m/hari) dengan nilai  $K_v = 2 \times K_h = 0,1728$ ,  $K_h$  adalah nilai koefisien permeabilitas alas sumur (m/hari),  $A_h$  adalah luas alas sumur berpenampang lingkaran yang dihitung dengan rumus  $1/4 \times \pi \times D^2$  (m<sup>2</sup>) dengan nilai 0,8 m<sup>2</sup>, dan  $A_v$  adalah luas dinding sumur berpenampang lingkaran yang dihitung dengan rumus  $\pi \times D \times H$  (m<sup>2</sup>).

Volume air hujan yang meresap adalah kapasitas tanah dalam menginfiltrasikan air hujan ke lapisan bawah permukaan selama durasi tertentu. Hal ini dibutuhkan untuk mengurangi limpasan air hujan dengan menentukan

kapasitas resapan alami tanah. Besarnya air hujan yang meresap ditentukan dari koefisien permeabilitas tanah.

**Tabel 9.** Volume Air yang Meresap

No	Klaster	V <sub>rsp</sub> (m <sup>3</sup> )
1	A1	0,01
2	A2	0,01
3	A3	0,02
4	B1	0,01
5	B2	0,01
6	C1	0,01
7	C2	0,02
8	C3	0,02
9	OFFICE	0,06

### 3.6 Volume Penampungan (storasi) air hujan

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

Volume storasi merupakan selisih dari Volume Andil Banjir ( $V_{ab}$ ) dan Volume Air Hujan yang Meresap ( $V_{rsp}$ ), yang harus ditampung oleh sumur resapan untuk mencegah limpasan yang berlebih. Volume storasi diperlukan untuk menghitung kapasitas sumur resapan yang diperlukan. Apabila volume storasi positif, sumur resapan harus dirancang untuk menampung selisih volume tersebut.

**Tabel 10.** Volume Penampungan Air Hujan

No	Klaster	V <sub>storasi</sub> (m <sup>3</sup> )
1	A1	5,31
2	A2	4,73
3	A3	6,12
4	B1	4,68
5	B2	4,59
6	C1	4,44
7	C2	5,43
8	C3	5,93
9	OFFICE	23,62

### 3.7 Kedalaman Sumur

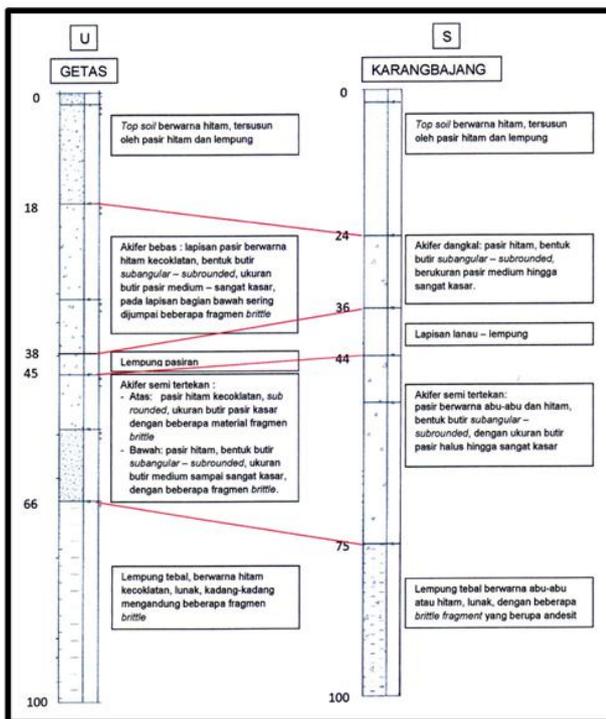
Kedalaman sumur yang tepat akan menentukan kapasitas tampung air hujan serta efisiensi infiltrasi ke dalam tanah. Kedalaman yang tidak memadai dapat menyebabkan sumur cepat penuh dan mengurangi efektivitasnya dalam mengurangi limpasan permukaan, sementara kedalaman yang berlebihan dapat meningkatkan biaya konstruksi tanpa memberikan manfaat yang signifikan.

Penentuan kedalaman sumur resapan melibatkan pertimbangan berbagai faktor, termasuk debit air yang

masuk, permeabilitas tanah, dan faktor geometrik sumur. Debit air yang masuk dipengaruhi oleh intensitas hujan dan luas area tangkapan, sementara permeabilitas tanah menentukan seberapa cepat air dapat meresap ke dalam tanah.

Muka air tanah merupakan salah satu elemen penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dan konstruksi sumur resapan. Desain kedalaman sumur resapan harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak mencapai muka air tanah, sehingga sumur dapat berfungsi secara efektif sebagai wadah untuk menyimpan dan menginfiltrasi air hujan ke dalam tanah. Apabila sumur dibangun terlalu dalam hingga mengenai muka air tanah, bukan hanya air hujan yang seharusnya diserap. Oleh karena itu, melakukan analisis terhadap kedalaman muka air tanah menjadi langkah penting yang harus diambil untuk memastikan bahwa fungsi konservasi air tanah dapat berjalan dengan optimal.

Sumur Karangbajang direkonstruksi untuk mengambil air dengan debit 30 l/s kedalaman muka air tanah (SWL-Static Water Level) adalah 6,60 m [9]. Data Log litologi dari sumur bor di Getas dan Karangbajang, Mlati, Sleman akan disajikan pada Gambar 3. (C.V. Geokarya, 2002).



Gambar 3. Data Log Litolog

Berdasarkan Gambar 3, akuifer di daerah Karangbajang terdiri dari dua lapisan utama. Lapisan pertama adalah akuifer dangkal yang tersusun dari pasir hitam dengan

bentuk butir subangular hingga subrounded dan ukuran butir medium hingga sangat kasar. Lapisan ini berfungsi sebagai zona utama infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Di bawahnya terdapat lapisan lanau-lempung yang bersifat kurang permeabel, sehingga membatasi pergerakan air ke bawah. Selanjutnya, terdapat akuifer semi tertekan yang terdiri dari pasir berwarna abu-abu atau hitam, dengan bentuk butir subangular-subrounded dan ukuran butir pasir halus hingga sangat kasar. Akuifer semi tertekan ini berperan sebagai penyimpan air tanah pada kedalaman yang lebih besar. Kombinasi kedua akuifer ini, bersama lapisan lempung tebal di bagian bawah sebagai lapisan kedap air, sangat mempengaruhi ketersediaan dan pergerakan air tanah di wilayah Karangbajang.

Adapun data perhitungan kedalaman sumur resapan tiap rumah dan jumlah sumur resapan yang dihitung dengan rumus yaitu sebagai berikut.

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h}$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

Dengan  $n$  adalah jumlah sumur resapan (buah),  $H_{total}$  adalah kedalaman total (m), dan  $H_{rencana}$  adalah kedalaman yang direncanakan yang lebih kecil dari kedalaman air tanah (m).

Tabel 11. Kedalaman Rencana

No	Klaster	$H_{rencana}$ m	Jumlah sumur
1	A1	6,8	4
2	A2	6,1	3
3	A3	7,8	4
4	B1	6	3
5	B2	5,9	3
6	C1	5,7	3
7	C2	7	4
8	C3	7,6	4
9	OFFICE	30,1	15

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa rerata sumur resapan memiliki kedalaman rerata sedalam 3,00 meter. Grafik muka air tanah daerah Karangbajang memiliki ketinggian 3,00 meter dibawah permukaan tanah. Maka dari itu, diputuskan bahwa sumur resapan yang akan dibuat sedalam 2,00 meter. Dengan kedalaman sumur resapan 2 meter, didapatkan debit sebesar 1,5 m<sup>3</sup>/jam atau 0,0004 m<sup>3</sup>/s.

**Tabel 12.** Perhitungan Debit Rencana

No	Klaster	$V_{ab}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{rsp}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{storasi}$ (m <sup>3</sup> )
1	A1	5,33	0,02	5,31
2	A2	4,74		4,73
3	A3	6,14		6,12
4	B1	4,69		4,68
5	B2	4,60		4,59
6	C1	4,45		4,44
7	C2	5,44		5,43
8	C3	5,95		5,93
9	OFFICE	23,68		23,66

Dari perencanaan yang telah dilakukan, sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 2 meter dianggap mampu menyimpan air hujan rata rata sebesar 5,15 m<sup>3</sup> dan volume air hujan yang meresap sebesar 0,02 m<sup>3</sup>. Sehingga pada volume andil banjir dapat tercover oleh volume penyimpanan.

### 3.8 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya memiliki peranan penting dalam perencanaan pembangunan sumur resapan. Anggaran secara langsung mempengaruhi kualitas material yang digunakan serta teknik konstruksi yang diimplementasikan. Perencanaan biaya yang cermat memungkinkan optimalisasi desain sumur resapan yang memastikan efektivitas dalam mengurangi limpasan air permukaan dan meningkatkan konservasi air tanah. Maka dari itu, efisiensi biaya menjadi faktor krusial dalam menjamin keberlanjutan program pembangunan sumur resapan.

Dalam perancangan sumur resapan, penggunaan material buis beton dianggap lebih ekonomis dibandingkan dengan bata merah karena biaya pembuatan dan pemasangan lebih rendah. Namun, jika mempertimbangkan fungsi utama dari sumur resapan itu sendiri, pemilihan bata merah dapat memberikan keunggulan dalam kemampuan meresapkan air. Bata merah memiliki porositas lebih baik, sehingga dapat meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah dibandingkan dengan buis beton yang cenderung memiliki

permukaan yang lebih padat. Meskipun buis beton lebih murah dalam hal biaya, bata merah dapat memberikan performa lebih efektif dalam mendukung fungsi resapan air.

Pembangunan sumur resapan melibatkan serangkaian tahapan pekerjaan teknis yang harus dilaksanakan secara sistematis untuk memastikan infrastruktur tersebut memenuhi standar teknis yang berlaku. Proses konstruksi sumur resapan diantaranya yaitu:

1. Penggalian tanah hingga kedalaman 2 meter atau sesuai desain perencanaan untuk membentuk rongga resapan.
2. Pembuatan plat beton bertulang sebagai penutup permukaan untuk mencegah sedimentasi dan keruntuhan struktur.
3. Pemasangan pondasi sumuran menggunakan material kedap air guna memperkuat stabilitas dasar sumur.
4. Instalasi buis beton atau bata merah sebagai dinding penahan tanah sesuai perencanaan.
5. Pemasangan jaringan pipa PVC dari sistem talang menuju sumur untuk mengalirkan air hujan secara terkendali.

Setiap tahapan pekerjaan dirancang untuk menjamin fungsi hidrologis sumur resapan dalam mengoptimalkan infiltrasi air hujan, sekaligus memastikan stabilitas struktural dan keberlanjutan sistem. Pelaksanaan pekerjaan ini mengacu pada pedoman teknis, seperti SNI 03-2453-2002 yang mengatur kriteria permeabilitas tanah, dimensi sumur, jarak aman terhadap bangunan, dan penggunaan material konstruksi. Tanpa penerapan prosedur yang tepat, efektivitas sumur resapan dalam mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah dapat terganggu.

Tabel 13 menunjukkan contoh hasil perhitungan rencana anggaran biaya untuk setiap pekerjaan per rumah yang menggunakan material buis beton.

**Tabel 13.** Contoh Rencana Anggaran Biaya

RAB A1 Buis Beton					
No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga	Jumlah Harga
1	Galian tanah	2,664	m <sup>3</sup>	Rp69.980	Rp186.440
2	Pembuatan plat beton bertulang	0,785	m <sup>3</sup>	Rp698.743	Rp548.791
3	Pemasangan pondasi sumuran	0,196	m <sup>3</sup>	Rp600.384	Rp117.885
4	Pemasangan buis beton	2	buah	Rp286.096	Rp572.193
5	Pemasangan Pipa PVC	1,5	m	Rp113.630	Rp170.445
TOTAL					Rp 1.595.755

Tabel 14 merupakan hasil rekapitulasi perbandingan biaya untuk per tipe rumah dengan material berbeda.

**Tabel 14.** Hasil Rekapitulasi Perbandingan Biaya

No	Klaster	Biaya	
		Buis Beton	Bata Merah
1	A1	Rp 1.529.249	Rp 2.247.099
2	A2	Rp 1.516.062	Rp 2.092.076
3	A3	Rp 1.547.459	Rp 2.461.180
4	B1	Rp 1.514.877	Rp 2.078.138
5	B2	Rp 1.512.872	Rp 2.054.575
6	C1	Rp 1.509.532	Rp 2.015.302
7	C2	Rp 1.531.761	Rp 2.276.628
8	C3	Rp 1.543.189	Rp 2.410.981
9	OFFICE	Rp 3.372.681	Rp 7.101.851

Perencanaan ini harus mempertimbangkan umur teknis yang dimiliki material. Umur teknis penggunaan buis beton umumnya berkisar antara 20 hingga 50 tahun, tergantung pada kualitas bahan, kondisi lingkungan, dan perawatan yang dilakukan. Sedangkan bata merah sebagai material konstruksi tradisional memiliki umur teknis rata-rata sekitar 50 tahun jika dipasang dan dirawat dengan baik. Bata merah tahan terhadap beban tekan dan cuaca, tetapi rentan terhadap kelembaban dan erosi jika tidak dilapisi atau dirawat dengan baik.

Perawatan sumur resapan merupakan aspek penting untuk memastikan fungsi sumur dalam meresapkan air hujan ke dalam tanah tetap optimal. Perawatan yang rutin dapat mencegah penyumbatan akibat endapan lumpur, sampah, dan material organik yang menghambat proses infiltrasi air. Kegiatan perawatan meliputi pembersihan lubang sumur, penggantian atau pembersihan bahan pengisi seperti batu kerikil atau pasir, serta pengecekan kondisi fisik sumur agar tidak terjadi kerusakan struktural.

Adapun biaya yang dikeluarkan untuk perawatan sumur resapan bervariasi tergantung pada metode pembersihan dan bahan yang digunakan. Secara umum, biaya pembersihan dan penggantian bahan pengisi berkisar antara Rp30.000 hingga Rp150.000 per kali perawatan, tergantung pada ukuran dan kedalaman sumur serta tingkat kerusakan yang harus diperbaiki.

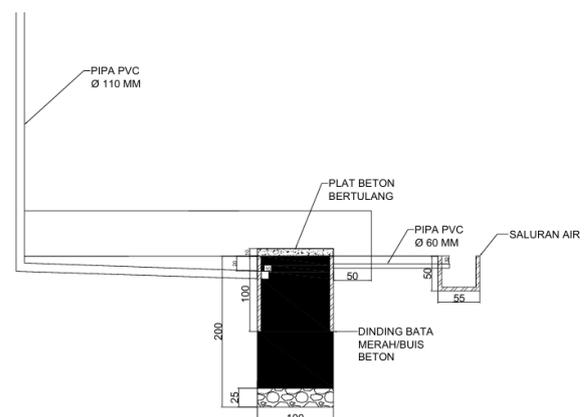
Biaya ini telah disesuaikan dengan lokasi yaitu berada di Kabupaten Sleman. Biaya ini relatif terjangkau mengingat manfaat jangka panjang yang diperoleh berupa pengurangan risiko banjir dan peningkatan cadangan air tanah. Oleh karena itu, perawatan sumur resapan secara berkala sangat dianjurkan untuk menjaga keberlanjutan fungsi sumur sebagai solusi konservasi air hujan di kawasan permukiman maupun institusi.

### 3.9 Desain Perencanaan

Desain memegang peranan yang sangat penting dalam setiap aspek perencanaan, termasuk dalam pembangunan sumur resapan. Sebuah desain yang baik tidak hanya memastikan bahwa sumur berfungsi secara optimal, tetapi juga menjamin bahwa semua elemen teknis dan lingkungan telah diperhitungkan dengan cermat. Oleh karena itu, dalam perencanaan sumur resapan, penting untuk menyertakan desain yang terperinci sebagai bagian dari dokumen perencanaan. Desain ini harus mencakup spesifikasi teknis, dimensi, serta lokasi sumur yang strategis agar dapat berfungsi sesuai dengan tujuan pengelolaan air hujan yang diinginkan.

Desain sumur resapan telah disusun dengan mempertimbangkan denah rumah yang telah ada di lokasi tersebut. Penempatan sumur resapan dilakukan dengan memperhatikan standar yang ditetapkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) agar memenuhi kriteria teknis dan keselamatan. Dengan demikian, setiap aspek dari desain ini dirancang untuk memastikan bahwa sumur resapan tidak hanya efektif dalam menyerap air hujan, tetapi juga aman dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi antara desain dan perencanaan merupakan langkah krusial untuk mencapai hasil yang optimal dalam pengelolaan sumber daya air.

Perencanaan sumur resapan dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan dan karakteristik lingkungan di kawasan perumahan. Setiap rumah dirancang memiliki sumur resapan yang sesuai dengan kapasitas limpasan air hujan di lokasi tersebut.



**Gambar 4.** Detail Sumur Resapan

### 3.10 Dampak Pembangunan Sumur Resapan

Pemanenan air hujan di kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman, dilakukan melalui penggunaan alat berupa sumur talang air dan sumur resapan. Pendekatan ini didasarkan pada pemanfaatan air hujan untuk konservasi sumber daya

air tanah, bukan untuk digunakan kembali secara langsung. Berbeda dengan praktik umum biasanya memanfaatkan air hujan untuk keperluan pengairan ulang atau penggunaan kembali. Dalam konteks ini, air hujan dimanfaatkan sebagai upaya menjaga kestabilan cadangan air tanah akibat berkurangnya limpasan air hujan yang menyebabkan terbentuknya genangan di kawasan perumahan tersebut. Strategi ini menunjukkan fokus pada pengelolaan sumber daya air secara konservatif, dengan tujuan utama mempertahankan ketersediaan air tanah dan mengurangi dampak kekurangan air yang disebabkan oleh menurunnya limpasan alami air hujan.

Pembangunan sumur resapan di kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman memiliki dampak yaitu sebagai berikut.

1. Pembangunan sumur resapan berperan dalam menurunkan limpasan permukaan serta mencegah terjadinya genangan banjir di kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman. Limpasan air hujan di area tersebut, terutama di jalan utama, disebabkan oleh berkurangnya area resapan alami yang digantikan oleh paving block.
2. Sumur resapan memiliki peranan penting untuk memperbaiki dan menjaga kualitas air tanah dalam jangka panjang. Sumur resapan juga berfungsi sebagai upaya konservasi air tanah.
3. Sumur resapan berperan dalam menjaga ketinggian muka air tanah, meningkatkan cadangan air tanah.
4. Sumur resapan dapat digunakan sebagai saluran drainase alternatif apabila saluran drainase tersumbat atau tidak berfungsi.

Pemanenan air hujan di kawasan perumahan Tlogoadi, Sleman dilakukan melalui penggunaan alat berupa sumur talang air dan sumur resapan. Pendekatan ini didasarkan pada pemanfaatan air hujan untuk konservasi sumber daya air tanah, bukan untuk digunakan kembali secara langsung. Berbeda dengan penelitian umum biasanya yang memanfaatkan air hujan untuk keperluan pengairan ulang atau penggunaan kembali. Dalam konteks ini, air hujan dimanfaatkan sebagai upaya menjaga kestabilan cadangan air tanah akibat berkurangnya limpasan air hujan yang menyebabkan terbentuknya genangan di kawasan perumahan tersebut. Strategi ini menunjukkan fokus pada pengelolaan sumber daya air secara konservatif, dengan tujuan utama mempertahankan ketersediaan air tanah dan mengurangi dampak kekurangan air yang disebabkan oleh menurunnya limpasan alami air hujan.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan perencanaan pada penelitian mengenai pemanfaatan sumur resapan dalam sistem pemanenan air hujan di kawasan perumahan tlogoadi, sleman menunjukkan bahwa integrasi teknologi ini merupakan solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya air. beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis hidrologi diperoleh data debit per tipe rumah dengan rata-rata debit 0,42 liter/detik. Pada perhitungan kedalaman sumur diperoleh rata-rata kedalaman 2,1 meter. Sehingga pemilihan kedalaman rencana sumur resapan sedalam 2 meter dianggap tepat dengan mempertimbangkan muka air tanah dari data Log Litolog yang berada di wilayah perumahan. Penggunaan sumur resapan menjadi kebutuhan penting di kawasan perumahan akibat adanya alih fungsi lahan yang berpotensi mengurangi kemampuan tanah dalam menyerap air hujan secara efektif.
2. Pemilihan material membandingkan antara dua material yaitu buis beton dan bata merah. Meskipun buis beton lebih murah dalam hal biaya, bata merah dapat memberikan performa lebih efektif dalam mendukung fungsi resapan air. Sehingga pada penelitian ini, diberikan dua perencanaan untuk masing-masing material yang diharapkan dapat dijadikan acuan dalam pemilihan material.
3. Analisis ekonomi menjelaskan bahwa pembuatan sumur resapan ini memiliki biaya awal relatif terjangkau dengan manfaat jangka panjang yang substansial, termasuk mitigasi risiko banjir dan konservasi sumber daya air. Biaya sumur resapan dengan material buis beton relatif lebih murah daripada material bata merah. Penggunaan material buis beton menghasilkan biaya sebesar Rp1.510.000 – Rp3.373.000 sedangkan material bata merah menghasilkan biaya sebesar Rp2.015.000 – Rp7.102.000. Rencana Anggaran Biaya yang didapatkan, dihasilkan berdasarkan per tipe rumah.
4. Penelitian ini didasarkan pada pemanfaatan air hujan untuk konservasi sumber daya air tanah, bukan untuk digunakan kembali secara langsung. Berbeda dengan praktik umum biasanya memanfaatkan air hujan untuk keperluan pengairan ulang atau penggunaan kembali. Penelitian ini menunjukkan fokus pada pengelolaan sumber daya air secara konservatif, dengan tujuan utama mempertahankan ketersediaan air tanah dan mengurangi dampak kekurangan air

yang disebabkan oleh menurunnya limpasan alami air hujan.

#### Daftar Rujukan

- [1] Asdak, C. (2010). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran air sungai*. Edisi Revisi Kelima, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2002) SNI 03-2453-2002. *Tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan*.
- [3] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- [4] Hadi, T., et al. (2019). *Perencanaan kawasan perumahan yang berkelanjutan*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 8(2), 145-156.
- [5] Iriani, K., Gunawan, A., & Besperi, B. (2013). *Perencanaan sumur resapan air hujan untuk konservasi air tanah di daerah permukiman (Studi kasus di Perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Bengkulu)*. Inersia: Jurnal Teknik Sipil, 5(1), 9-22.
- [6] Junaidi, A. (2021). *Manajemen air hujan di kawasan perkotaan*. Jurnal Hidrologi Indonesia, 12(1), 34-45.
- [7] Kementerian Pekerjaan Umum. (2020). *Pedoman pengelolaan wilayah resapan air hujan*.
- [8] Lani, N. R., Syafrudin, S., & Purwanti, F. (2018). *Potensi pemanfaatan air hujan sebagai sumber air alternatif di perkotaan*. Jurnal Teknik Lingkungan, 24(2), 123-132.
- [9] Listyani T. R. A. (2014). *Hidrokimia airtanah daerah Tlogoadi, Mlati, Sleman*. Seminar Ritektra, IV, 232-236.
- [10] Lutjito., Sudiyono, AD., & Purwantoro, D. (2015). *Penggunaan sumur resapan untuk mengurangi genangan air hujan di kampus Karangmalang Universitas Negeri Yogyakarta*. Inersia: Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur, 11(1), 12-22.
- [11] Purwantoro, D., & Sumarjo, H. (2012). *Pengelolaan sistem drainase kampus UNY Karangmalang menuju kemandirian sumber air bersih*. Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY. Yogyakarta.
- [12] Santoso, B. (2020). *Material dan teknologi konstruksi untuk perumahan*. Seminar Nasional Teknik Sipil, 5(1), 21-30.
- [13] Sitorus, S. R. (2020). *Penggunaan lahan dan dampaknya terhadap lingkungan*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 14(2), 123-132.
- [14] Suprapti, S., Hariati, F., Hidayat, A., Nuryanto, N., & Syaja'ah, S. K. (2024). *Efektivitas teknologi LID model sumur resapan untuk mereduksi runoff di Perumahan Bumi Citra Asri, Bogor*. Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil, 8(1), 153-162.
- [15] Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- [16] Suryanto, J. (2023). *Validasi curah hujan harian CHIRPS precipitation satellite product di Provinsi Kalimantan Barat*. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 11(1), 73-88.
- [17] Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- [18] Widyastuti, R. (2022). *Pengaruh tekstur tanah terhadap permeabilitas tanah*. Jurnal Tanah dan Iklim, 17(1), 1-9.
- [19] Yekti, M. I., Yumame, M. M., & Harmayani, K. D. *Rainwater harvesting planning using infiltration wells in Amlapura City Karangasem Regency*. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, 18(3), 494-503.