

# Pengelolaan Air Hujan dengan Sumur Resapan dan *Rainwater Harvesting* sebagai Upaya Konservasi dan Pengendalian *Runoff* (Studi Kasus: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta)

Muhammad Padlan\* dan Qonaah Rizqi Fajriani

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

## Kata Kunci:

Sumur resapan  
*Rainwater harvesting*  
Konservasi air

## Keywords:

*Infiltration well*  
*Rainwater harvesting*  
*Water conservation*

## ABSTRAK

Penurunan area hijau di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY) mencapai 30% dalam 18 tahun terakhir sehingga memicu berbagai permasalahan lingkungan, seperti meningkatnya limpasan permukaan, berkurangnya daya resap air hujan, dan belum optimalnya konservasi air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem konservasi air berbasis sumur resapan dan *rainwater harvesting* (RWH) di lingkungan kampus sebagai solusi adaptif terhadap perubahan iklim dan peningkatan ketahanan air. Perencanaan sumur resapan menggunakan metode SNI 8456:2017 dengan data hujan menggunakan Stasiun Gemawang periode 2011-2023. Probabilitas dan distribusi hujan dihitung menggunakan analisis frekuensi. Intensitas hujan ditentukan menggunakan metode Mononobe dengan kala ulang 5 tahun, sedangkan laju infiltrasi diperoleh melalui pengukuran *double ring infiltrometer*. Perencanaan RWH menggunakan data hujan dan kala ulang yang sama, dengan pendekatan hujan andalan 50% melalui metode rata-rata minimum dan Weibull. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan sumur resapan ditentukan berdasarkan luas atap dan area kedap air, dengan estimasi satu hingga dua unit per gedung dan kedalaman 2,00-5,10 meter. Beberapa gedung yang telah memiliki sumur resapan justru mengalami kelebihan kapasitas. Tetapi, seluruh gedung FMIPA UNY telah memiliki saluran drainase dengan kapasitas yang mencukupi terhadap debit limpasan kala ulang 5 tahun. Sementara itu, RWH mampu memenuhi 100% kebutuhan untuk penyiraman tanaman.

## ABSTRACT

*The reduction of green areas at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Yogyakarta State University (FMIPA UNY), has reached 30% over the past 18 years, triggering various environmental issues such as increased surface runoff, reduced rainwater infiltration capacity, and suboptimal water conservation. This study aims to design a water conservation system based on infiltration wells and rainwater harvesting (RWH) within the campus environment as an adaptive solution to climate change and to enhance water resilience. The infiltration well design follows the SNI 8456:2017 standard, using rainfall data from the Gemawang Station covering the period 2011–2023. Rainfall probability and distribution were analyzed using frequency analysis, while rainfall intensity was determined using the Mononobe method with a 5-year return period. Infiltration rates were obtained through field measurements using a double-ring infiltrometer. The RWH design employed the same rainfall data and return period, adopting the dependable rainfall approach at 50% reliability through the minimum-average method and Weibull distribution. The results indicate that the required number of infiltration wells is determined by roof area and impervious surfaces, with an estimated one to two units per building and depths ranging from 2.00 to 5.10 meters. Some buildings that already have infiltration wells were found to have excess capacity. Nevertheless, all FMIPA UNY buildings are equipped with drainage channels adequately designed to accommodate runoff for a 5-year return period. Furthermore, the RWH system is capable of fulfilling 100% of the water demand for landscape irrigation.*



This is an open access article under the [CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

\*Corresponding author.

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

Available online 1 September 2025

## 1. Pendahuluan

Air adalah salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup. Selain sebagai kebutuhan mendasar bagi manusia, air juga berfungsi menjaga keseimbangan ekosistem serta menunjang berbagai aktivitas sehari-hari seperti pertanian, industri, dan pembangunan infrastruktur [1]. Namun, seiring dengan meningkatnya urbanisasi dan perubahan iklim, pengelolaan sumber daya air menjadi tantangan besar yang harus segera diatasi, termasuk limpasan air hujan (*runoff*) yang sering kali menjadi penyebab banjir dan menurunkan kualitas lingkungan. Kondisi ini menjadikan pengelolaan air yang bijak sebagai suatu keharusan untuk menjamin kelestarian sumber daya air dan mencegah terjadinya krisis air di masa mendatang [2].

Di Indonesia, *runoff* yang tidak dikelola dengan baik menjadi salah satu masalah serius, terutama di wilayah perkotaan. Permukaan kedap air seperti jalan, atap bangunan, dan area parkir, menghambat resapan air hujan ke dalam tanah serta meningkatkan volume *runoff*. Peningkatan *runoff* jika tidak diimbangi dengan drainase yang baik dapat berpotensi menimbulkan genangan, banjir lokal, dan erosi. Di lain sisi, jika *runoff* hanya dialirkan melalui saluran drainase tanpa memikirkan upaya resapan, menyebabkan penurunan muka air tanah dan mengurangi ketersediaan air bersih [3].

Di lingkungan kampus Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (FMIPA UNY), tingginya volume *runoff* menjadi tantangan yang belum teratasi. Dalam 18 tahun terakhir, berdasarkan pemantauan satelit *Google earth*, perkembangan tata guna lahan di FMIPA UNY mengalami perubahan signifikan, terutama dengan penambahan gedung dan fasilitas pendukung lainnya yang mengurangi ruang terbuka hijau. Pada tahun 2006, luas ruang terbuka hijau di area tersebut mencapai sekitar 55%, namun pada tahun 2013 ruang terbuka hijau berkurang menjadi 45%. Penurunan ini terus berlanjut, hingga pada tahun 2019 luas ruang terbuka hijau hanya tersisa sekitar 35%, dan pada tahun 2024 ruang terbuka hijau semakin berkurang menjadi hanya 25%. Secara keseluruhan, pengurangan ruang terbuka hijau dari tahun ke tahun dapat mencapai sekitar 30%.

Perubahan tata guna lahan di FMIPA mengakibatkan terbatasnya area resapan di kampus karena area kampus didominasi permukaan kedap air yang mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air hujan. Berdasarkan hasil wawancara kepada beberapa mahasiswa dan tenaga kerja di FMIPA UNY, genangan air sering terjadi di beberapa titik saat musim hujan, seperti area parkir,

halaman depan gedung, dan sekitar jalur pedestrian utama kampus. Hal ini menunjukkan perlunya penerapan sistem pengelolaan air hujan yang lebih baik, yang tidak hanya bertujuan untuk mengurangi *runoff* tetapi juga untuk meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah.



**Gambar 1.** Tata guna lahan FMIPA UNY tahun 2006 dan 2024

Beberapa upaya untuk mengatasi permasalahan *runoff* adalah dengan menerapkan konsep eko-drainase. Eko-drainase seperti sumur resapan dapat membantu dalam mengelola *runoff*, meningkatkan muka air tanah, mencegah erosi, dan mendukung keseimbangan ekosistem dengan menjaga kualitas air serta mengurangi beban sistem drainase. Sementara itu, eko-drainase seperti *rainwater harvesting* memungkinkan air hujan ditangkap dan disimpan untuk keperluan mendatang sehingga tidak hanya mengurangi risiko genangan dan banjir, tetapi juga menjaga cadangan air tanah, mengurangi ketergantungan pada air tanah, serta mendukung keberlanjutan dan efisiensi penggunaan air.

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis pengelolaan air hujan di lingkungan FMIPA UNY melalui penerapan sumur resapan dan *rainwater harvesting*. Sistem ini diharapkan tidak hanya mampu mengurangi *runoff*, tetapi juga meningkatkan *recharge* air tanah sesuai standar *greenship* konservasi air. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat tercipta model drainase yang mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus memperkuat peran kampus sebagai pelopor upaya konservasi air.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan elemen kualitatif yang berfokus pada analisis terhadap perencanaan penerapan sumur resapan dan *rainwater harvesting* sebagai solusi berwawasan lingkungan. Desain ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis *runoff*, kapasitas penyerapan tanah, dan potensi penampungan air hujan melalui pengumpulan data kuantitatif dari pengukuran lapangan. Data kuantitatif ini dianalisis menggunakan pendekatan hidrologi untuk mengevaluasi efektivitas kedua teknologi dalam mengelola *runoff* dan meningkatkan *recharge* air tanah.

Selain itu, data kualitatif diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara terhadap mahasiswa serta tenaga kerja di FMIPA UNY untuk mengidentifikasi area rawan genangan dan permukaan kedap air. Data ini digunakan sebagai pelengkap dan pendukung dalam analisis kuantitatif. Dengan pendekatan ini, penelitian memberikan gambaran komprehensif tentang potensi penerapan teknologi pengelolaan air hujan di lingkungan kampus.

Skema pelaksanaan penelitian dijelaskan pada diagram alir penelitian **Gambar 2**.

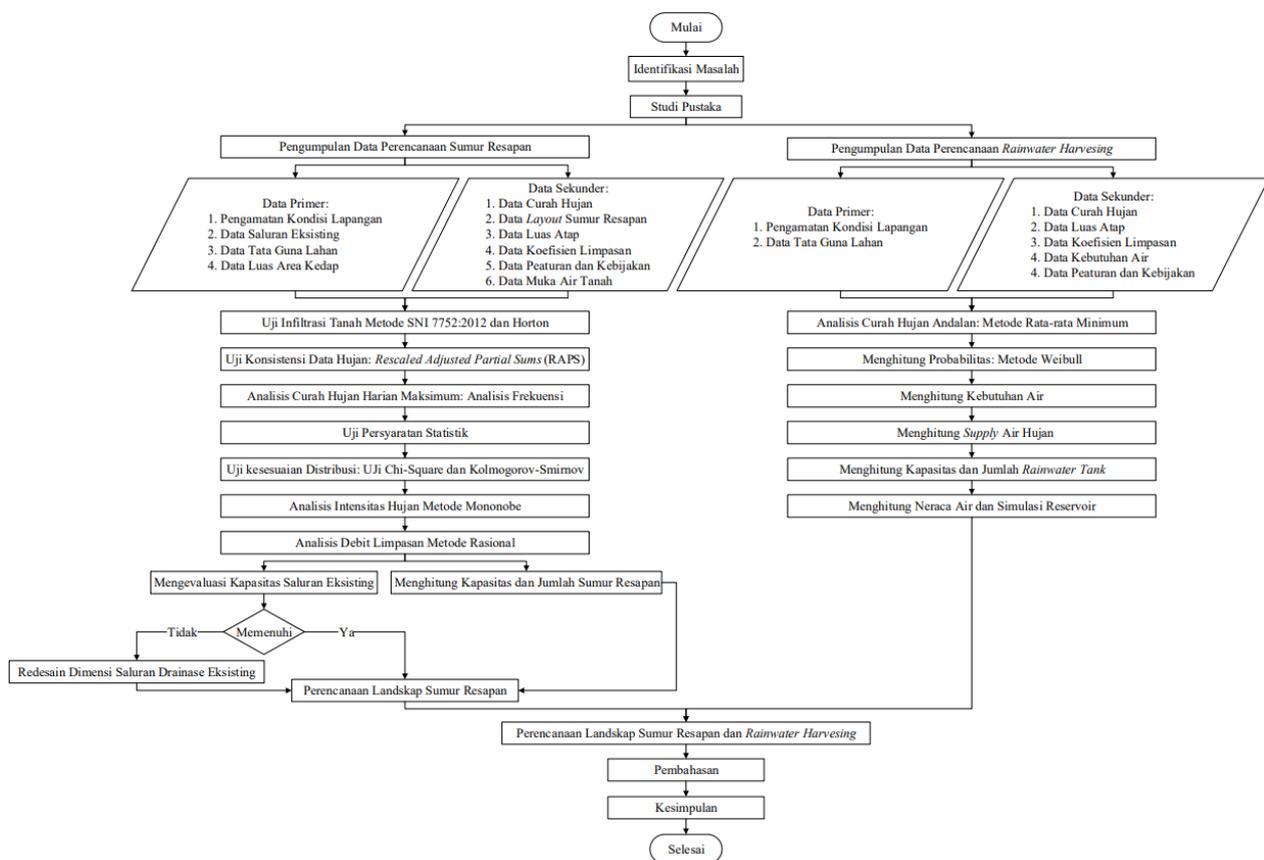
## Sumur Resapan

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menentukan dimensi sumur resapan yang sesuai dengan kebutuhan. Beberapa di antaranya menggunakan pendekatan perhitungan debit resapan dengan mempertimbangkan kondisi tanah dan desain struktur sumur resapan, seperti yang terlihat pada **Gambar 3** [4].

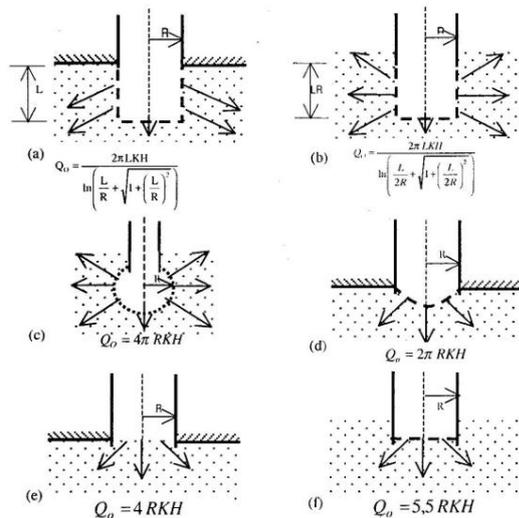
Berdasarkan perencanaan dan penerapan yang dilakukan oleh UNY, jenis sumur resapan yang dipilih adalah tipe (f), dengan bentuk bulat, dinding kedap, dasar rata, dengan kedalaman yang bervariasi menyesuaikan kebutuhan gedung.

## Rainwater harvesting

Sistem pemanenan air hujan merupakan metode pengumpulan atau penampungan air hujan maupun aliran permukaan selama periode curah hujan tinggi, yang kemudian digunakan pada saat curah hujan rendah atau saat kekeringan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen dasar, yaitu sistem penangkap (*collection system*), sistem distribusi (*distribution system*), sistem penyaringan (*filtering system*) dan sistem penampungan (*storage system*) [5].



**Gambar 2.** Bagan alir penelitian



Gambar 3. Debit infiltrasi pada sumur resapan dalam berbagai kondisi

**Infiltrasi Tanah**

Kapasitas infiltrasi dapat diukur menggunakan *double ring infiltrometer*, yang terdiri dari dua cincin konsentris. Air dituangkan hingga mencapai ketinggian tertentu, lalu perubahan volume atau tinggi muka air diukur secara berkala untuk menghitung laju infiltrasi [6]. Pengukuran laju infiltrasi berdasarkan perubahan tinggi muka air dapat dihitung menggunakan persamaan (1) [7].

$$f = \left[ \frac{\Delta h_c}{\Delta t} \right] \times 60 \tag{1}$$

Sedangkan, laju infiltrasi tanah sebagai fungsi waktu dinyatakan oleh Horton dalam persamaan (2) [6].

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt} \tag{2}$$

Persamaan (2) menunjukkan bahwa jika curah hujan melebihi kapasitas infiltrasi, maka infiltrasi akan berkurang secara eksponensial. Jumlah total air yang meresap ke dalam tanah selama suatu periode bergantung pada laju infiltrasi dan waktu [6].

**Uji Konsistensi Data Hujan**

Uji konsistensi data curah hujan dilakukan menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS), yang sesuai untuk menilai keandalan data dari satu stasiun pengamatan. Dalam metode ini, konsistensi data hujan ditunjukkan dengan nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata berdasarkan persamaan (3) [8].

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_x} \tag{3}$$

Nilai  $Q_{kritis}$  dan  $R_{kritis}$  diperoleh berdasarkan nilai pada Tabel 1 [9].

Tabel 1. Nilai  $Q_{kritis}$  dan  $R_{kritis}$

n	Q/ $\sqrt{n}$			R/ $\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
$\infty$	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

**Analisis Frekuensi**

Tujuan dari analisis frekuensi adalah memprediksi probabilitas besaran hujan di masa mendatang dengan asumsi bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa depan masih konsisten dengan pola statistik hujan di masa lalu. Frekuensi hujan mengacu pada peluang suatu besaran hujan tertentu disamai atau dilampaui, sementara kala ulang adalah waktu hipotetis dimana curah hujan dengan intensitas tertentu akan disamai atau dilampaui [4].

Penentuan kala ulang sangat bergantung pada tipologi kota dan luas Daerah Tangkapan Air (DTA) yang direncanakan. Sebagai acuan, Tabel 2. menyajikan pedoman kala ulang berdasarkan tipologi kota menurut standar perencanaan infrastruktur di Indonesia [10]:

Tabel 2. Kala ulang banjir rencana berdasarkan tipologi kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	< 10	10-100	101-500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5-10 Th	10-25 Th
Kota Besar	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-20 Th
Kota Sedang	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-10 Th
Kota Kecil	2 Th	2-5 Th	2 Th	2-5 Th

Dalam ilmu hidrologi, terdapat empat jenis distribusi frekuensi yang umum digunakan, yaitu distribusi normal, distribusi log-normal, distribusi log-Pearson III, dan distribusi Gumbel. Setiap jenis distribusi ini perlu diuji kesesuaiannya terhadap sifat statistik data yang dianalisis [4].

**Uji Persyaratan Statistik**

Dalam menentukan distribusi yang sesuai, beberapa parameter utama yang digunakan meliputi standar deviasi, koefisien *skewness*, koefisien kurtosis, dan koefisien variasi. Parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 3 [4].

**Tabel 3.** Parameter statistik

Parameter	Persamaan
Standar deviasi	$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$
Koefisien <i>skewness</i> (Cs)	$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$
Koefisien kurtosis (Ck)	$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4}$
Koefisien variasi (Cv)	$C_v = \frac{s}{\bar{x}}$

Penentuan sifat statistik ditentukan dengan membaca nilai hasil perhitungan parameter statistik setiap jenis distribusi [6].

- Distribusi Normal:  $C_s \approx 0$  dan  $C_k \approx 3$
- Distribusi log-normal:  $C_s \approx 3C_v + C_v^3$  dan  $C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
- Distribusi Gumbel:  $C_s \approx 1,14$  dan  $C_k \approx 5,40$
- Distribusi log-Pearson III jika semua syarat di atas tidak terpenuhi.

### Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk menentukan apakah distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi jenis peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan dua metode, yaitu: Metode Chi-Square dan Smirnov-Komogorov [11].

### Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan dihitung menggunakan metode Mononobe karena metode ini sesuai untuk mengonversi data hujan harian menjadi hujan dengan durasi pendek, serta data yang tersedia merupakan data hujan harian [4].

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (4)$$

### Analisis Debit Limpasan

Salah satu metode yang umum digunakan untuk memperkirakan debit aliran permukaan puncak adalah metode rasional. Metode ini sederhana dan mudah diterapkan, namun memiliki keterbatasan karena hanya sesuai untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan luas kurang dari 300 hektar. Perhitungan limpasan dilakukan berdasarkan hubungan antara intensitas hujan, koefisien

limpasan, dan luas daerah tangkapan air, yang dinyatakan dalam persamaan (5) [4].

$$Q_p = C \cdot i \cdot A \quad (5)$$

### Curah Hujan Andalan

Penelitian ini menggunakan metode perhitungan debit rata-rata minimum, dengan pertimbangan bahwa wilayah penelitian memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan antara debit maksimum dan minimum setiap tahunnya, serta kebutuhan air yang relatif stabil sepanjang tahun [12].

Dalam perencanaan *rainwater harvesting*, pemilihan nilai probabilitas curah hujan dapat menggunakan probabilitas 50% jika nilai tersebut dianggap mampu merepresentasikan kondisi wilayah dengan distribusi hujan yang relatif merata [13].

### Supply Air Hujan

Perhitungan *supply* air hujan dilakukan untuk mengetahui volume air hujan yang dapat dipanen dari suatu area tangkapan. Volume ini dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu curah hujan, luas catchment area, dan koefisien aliran yang dihitung menggunakan persamaan (6) [5].

$$V = Rt \cdot A \cdot C \quad (6)$$

Sebagai dasar perhitungan kebutuhan air, digunakan acuan dari SNI 03-7065-2005, yang menetapkan bahwa kebutuhan minimum air bersih untuk gedung perkuliahan sebesar 80 liter per orang per hari [14]. Sementara itu, kebutuhan air untuk penyiraman tanaman di wilayah beriklim tropis berada berkisar antara 4,1 hingga 5,6 mm per hari, atau setara dengan 0,3 hingga 0,4 liter per meter persegi per hari [15].

### Evaluasi Saluran Eksisting

Evaluasi saluran eksisting dilakukan setelah diperoleh debit hasil perhitungan debit banjir rencana. Kapasitas drainase dianalisis menggunakan metode Manning, dengan persamaan (7) [4].

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

## 3. Pembahasan

### 3.1. Laju Infiltrasi

Data hasil pengujian laju infiltrasi dengan metode *double ring infiltrometer* disajikan dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Perhitungan infiltrasi metode SNI 7752:2012

Percobaan ke-	kedalaman mm	Titik 1				Titik 2			
		waktu detik	$\Delta H$ cm	$\Delta T$ jam	$F = \Delta H / \Delta T$ cm/jam	waktu detik	$\Delta H$ cm	$\Delta T$ jam	$F = \Delta H / \Delta T$ cm/jam
1	10	195,56	1	0,0543	18,4	233,64	1	0,0649	15,4
2	10	205,11	1	0,0570	17,6	256,01	1	0,0711	14,1
3	10	226,92	1	0,0630	15,9	259,07	1	0,0720	13,9
4	10	265,20	1	0,0737	13,6	263,22	1	0,0731	13,7
5	10	279,67	1	0,0777	12,9	277,13	1	0,0770	13,0
6	10	288,54	1	0,0802	12,5	324,70	1	0,0902	11,1
7	10	276,16	1	0,0767	13,0	334,81	1	0,0930	10,8
8	10	286,74	1	0,0797	12,6	328,85	1	0,0913	10,9
9	10	307,03	1	0,0853	11,7	326,06	1	0,0906	11,0
10	10	315,60	1	0,0877	11,4	330,35	1	0,0918	10,9
11	10	336,05	1	0,0933	10,7				
12	10	322,29	1	0,0895	11,2				
13	10	325,93	1	0,0905	11,0				
14	10	330,69	1	0,0919	10,9				
15	10	336,32	1	0,0934	10,7				
<b>JUMLAH</b>		<b>4297,81</b>				<b>2933,84</b>			

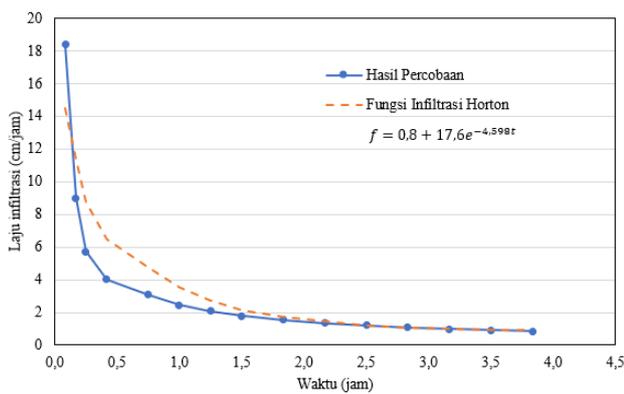
Laju infiltrasi tanah pada Titik 1 mulai stabil pada percobaan ke-11 hingga ke-15, sedangkan pada Titik 2 stabil pada percobaan ke-6 hingga ke-10. Nilai laju infiltrasi pada kedua titik dihitung berdasarkan rata-rata lima data terakhir, dengan hasil rata-rata sebesar 10,9 cm/jam. Selanjutnya, data laju infiltrasi tersebut dianalisis menggunakan metode Horton, sehingga diperoleh persamaan infiltrasi dan grafik yang merepresentasikan karakteristik infiltrasi.

Titik 1:

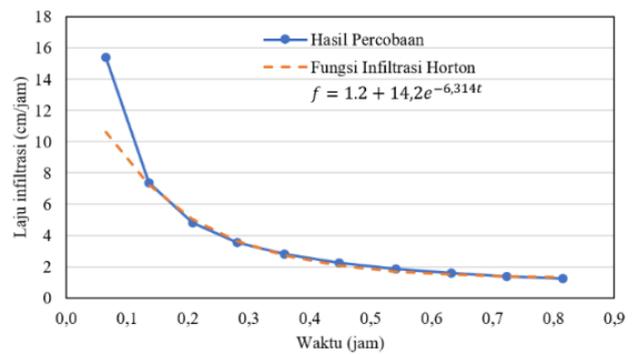
$$F_t = 0,8 + 17,6e^{-4,298t}$$

Titik 2:

$$F_t = 1,2 + 14,2e^{-6,314t}$$



Gambar 4. Perbandingan hasil percobaan dengan fungsi Horton pada Titik 1



Gambar 5. Perbandingan hasil percobaan dengan fungsi Horton pada Titik 2

### 3.2. Uji Konsistensi Data Hujan

Penelitian ini memanfaatkan data dari Stasiun Gemawang untuk menentukan rata-rata curah hujan di wilayah penelitian. Dalam hal ini, metode uji RAPS diterapkan pada data curah hujan dari satu stasiun tersebut, yaitu Stasiun Gemawang. Pemilihan stasiun ini didasarkan pada pertimbangan kedekatannya dengan kawasan FMIPA UNY, sehingga data yang diperoleh dinilai memiliki tingkat representativitas yang tinggi terhadap kondisi hujan aktual di lokasi penelitian. Hasil pengujian menggunakan metode *Rescaled Adjusted Partial Sums* (RAPS) dapat dilihat pada Tabel 5.

### 3.3. Analisis Frekuensi

Setelah dilakukan uji konsistensi, data hujan diuji dengan analisis frekuensi untuk menentukan distribusi probabilitas yang cocok. Hasil analisis frekuensi dapat dilihat pada

**Tabel 5.** Perhitungan uji konsistensi data hujan

No	Tahun	Gemawang	$R - \bar{R}$	$Sk^*$	$Dy^2$	$Sk^{**}$	$ Sk^{**} $
1	2011	60	-47,58	-47,58	174,18	-0,671	0,671
2	2012	100	-7,58	-55,17	234,13	-0,778	0,778
3	2013	64	-43,18	-98,35	744,11	-1,388	1,388
4	2014	82	-25,38	-123,74	1177,79	-1,746	1,746
5	2015	93	-14,48	-138,22	1469,66	-1,950	1,950
6	2016	145	37,12	-101,11	786,37	-1,427	1,427
7	2017	226	118,02	16,91	21,99	0,239	0,239
8	2018	111	3,32	20,22	31,46	0,285	0,285
9	2019	108	0,72	20,94	33,72	0,295	0,295
10	2020	124	16,02	36,95	105,05	0,521	0,521
11	2021	117	8,92	45,87	161,85	0,647	0,647
12	2022	95	-13,08	32,78	82,68	0,463	0,463
13	2023	75	-32,78	0,00	0,00	0,000	0,000
<b>Jumlah</b>		1399			5022,98		
<b>R<sub>rerata</sub> (<math>\bar{R}</math>)</b>		108					
<b>Dy</b>		70,87					
<b>Q<sub>hitung</sub></b>		1,95					
<b>R<sub>hitung</sub></b>		2,60					
<b>Q/<math>\sqrt{n}</math><sub>hitung</sub></b>		0,54	< 1,33 dengan probabilitas 99% (Konsisten)				
<b>R/<math>\sqrt{n}</math><sub>hitung</sub></b>		0,72	< 1,45 dengan probabilitas 99% (Konsisten)				

**Gambar 6.** Lokasi stasiun curah hujan**Tabel 6.**

### 3.4. Uji Persyaratan Statistik

Dalam menentukan distribusi yang sesuai untuk analisis data hujan, diperlukan uji persyaratan statistik sebagai langkah awal untuk mengevaluasi karakteristik data. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa data memenuhi asumsi-asumsi yang diperlukan sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Hasil uji persyaratan statistik dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Berdasarkan hasil uji persyaratan statistik, distribusi yang paling sesuai untuk merepresentasikan data hujan yang dianalisis adalah Log-Pearson III.

### 3.5. Uji Kesesuaian Distribusi

Setelah menentukan distribusi yang paling sesuai berdasarkan uji persyaratan statistik, langkah selanjutnya adalah melakukan uji kesesuaian data guna mengevaluasi tingkat kecocokan antara distribusi teoritis dan data hujan yang diamati. Uji kesesuaian distribusi digunakan chi-square dan Smirnov-kolmogorov. Berdasarkan hasil uji tersebut, distribusi yang paling sesuai untuk merepresentasikan data hujan yang dianalisis adalah log-normal. Distribusi ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam perhitungan lebih lanjut terkait analisis hidrologi.

Tabel 6. Hasil analisis frekuensi

Kala Ulang (Tr)	Distribusi			
	Normal	Log-Normal	Log-Pearson III	Gumbel
2	108	101	97	102
5	144	136	134	150
10	162	158	161	182
25	182	187	201	223
50	195	207	234	253
100	207	229	271	283

Tabel 7. Hasil uji persyaratan statistik

Jenis Distribusi	Persyaratan	Syarat	Hitung	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$	0	1,83	Ditolak
	$Ck \approx 3$	3	7,90	Ditolak
Log-Normal	$Cs \approx 3Cv+Cv^3$	0,23	0,68	Ditolak
	$Ck \approx Cv^8+6Cv^6+15Cv^4+16Cv^2+3$	3,09	4,77	Ditolak
Gumbel	$Cs \approx 1,14$	1,14	1,83	Ditolak
	$Ck \approx 5,40$	5,40	7,90	Ditolak
Log-Pearson III	Selain nilai diatas	$Cs \neq 0$	0,68	Diterima

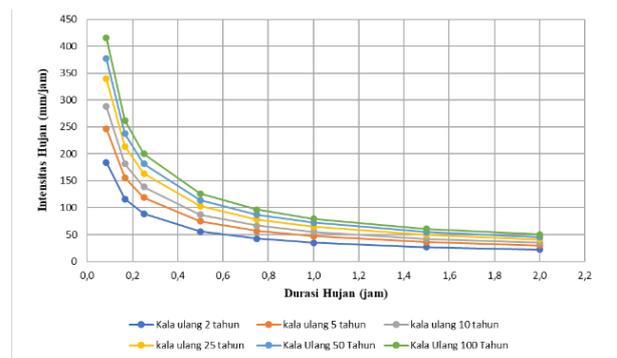
### 3.6. Perhitungan Intensitas Hujan

Data curah hujan yang telah diperoleh digunakan untuk menghitung intensitas hujan dengan berbagai durasi dan kala ulang. Berdasarkan Tabel 2., digunakan kala ulang 5 tahun yang dinilai paling representatif untuk kondisi di lokasi penelitian. Hasil perhitungan ini kemudian dianalisis menggunakan metode Mononobe sebagai dasar penyusunan grafik Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang menggambarkan hubungan antara intensitas, durasi, dan kala ulang hujan di lokasi penelitian. Tabel 8. merupakan hasil perhitungan intensitas curah hujan metode Mononobe:

Tabel 8. Intensitas hujan berdasarkan waktu dan kala ulang

Waktu (t)		$I_2$	$I_5$	$I_{10}$	$I_{25}$	$I_{50}$	$I_{100}$
menit	jam						
5	0,083	184	247	288	339	377	416
10	0,167	116	156	181	214	237	262
15	0,250	88	119	138	163	181	200
30	0,500	56	75	87	103	114	126
45	0,750	43	57	67	78	87	96
60	1,000	35	47	55	65	72	79
90	1,500	27	36	42	49	55	61
120	2,000	22	30	35	41	45	50

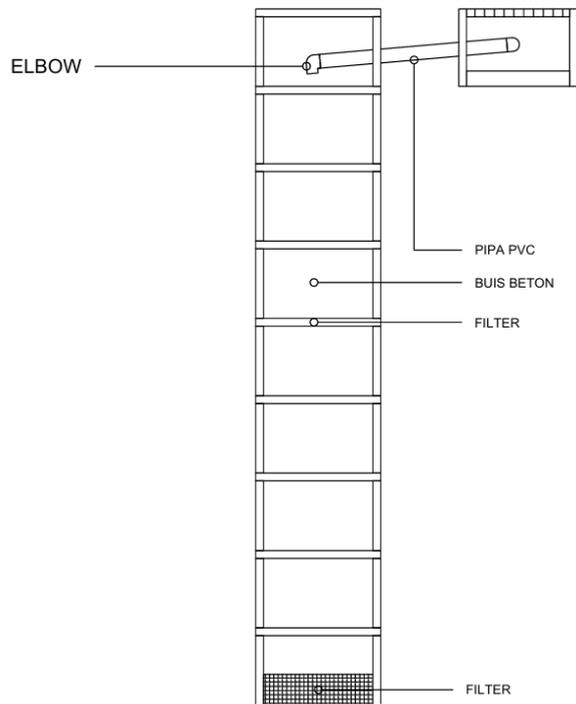
Data pada Tabel 8. kemudian divisualisasikan dalam bentuk grafik sehingga menunjukkan pola perubahan intensitas hujan terhadap durasi dan kala ulang yang dianalisis.



Gambar 7. Grafik Intensity Duration Frequency (IDF)

### 3.7. Pehitungan Sumur Resapan

Berdasarkan hasil pengukuran oleh Divisi Kerumahtangaan UNY, kedalaman muka air tanah di kawasan FMIPA diketahui berkisar antara 8-9 meter. Informasi ini digunakan sebagai referensi dalam perencanaan sumur resapan, yang dimodelkan dengan bentuk dan komponen yang seragam sesuai dengan spesifikasi eksisting sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8. Penempatan sumur resapan diutamakan pada titik-titik eksisting guna efisiensi biaya pembangunan. Apabila lokasi eksisting tidak tersedia, maka sumur direncanakan berdasarkan arah aliran air permukaan. Perencanaan ini mengacu pada SNI 8456:2017 sebagai dasar penentuan dimensi, sistem masuk air, dan kedalaman efektif sumur [16].



**Gambar 8.** Model sumur resapan

Perhitungan kebutuhan sumur resapan dilakukan pada seluruh bangunan di FMIPA UNY. Bangunan tersebut terletak dalam satu kawasan, sehingga dianggap memiliki nilai infiltrasi tanah serta pola curah hujan yang serupa. Selain itu, penggunaan material atap dan jenis permukaan area kedap pada masing-masing gedung juga cenderung sama, sehingga nilai koefisien limpasan dapat disamakan. Parameter yang digunakan dalam perhitungan diantaranya:

- (a) Koefisien limpasan atap ( $C_{\text{atap}}$ ) : 0,80
- (b) Koefisien limpasan paving ( $C_{\text{paving}}$ ): 0,60
- (c) Laju infiltrasi tanah ( $K$ ) : 10,90 cm/jam
- (d) Curah hujan rencana ( $P_s$ ) : 136 mm
- (e) Durasi hujan ( $t$ )

Pemilihan durasi hujan selama 6 jam didasarkan pada hasil analisis data hujan lebat, yaitu hujan dengan intensitas lebih dari 50 mm per hari. Analisis ini dilakukan berdasarkan data hujan manual dan otomatis yang diperoleh dari Stasiun Hujan Gemawang milik BBWS Serayu Opak, dengan periode data dari tahun 2021 hingga 2023. Data hujan harian tersebut disajikan pada **Tabel 9**.

Analisis ini dilakukan dengan mengidentifikasi kejadian hujan berintensitas tinggi, mencatat durasi terjadinya hujan, dan menghitung rata-rata durasi dari hujan-hujan

lebat tersebut. Berdasarkan hasil analisis, durasi hujan lebat yang paling sering terjadi berada pada rentang waktu 6 jam. Oleh karena itu, durasi ini dianggap representatif dan relevan untuk digunakan dalam perencanaan sumur resapan secara realistis dan efektif.

**Tabel 9.** Data hujan lebat stasiun gemawang tahun 2021-2023

Tanggal	Durasi	CH HB	CH HO
	jam	mm	mm
12/01/2021	8	93,2	63,5
13/01/2021	8	51,3	71,5
03/03/2021	4	116,5	89,7
18/03/2021	6	61,8	52,5
04/04/2021	7	51,6	52,8
02/04/2022	5	63,8	66,2
10/04/2022	4	74,4	77,5
06/05/2022	6	61,4	53,3
31/05/2022	7	67,1	50,1
13/06/2022	6	82,2	85,3
02/10/2022	5	83,4	79,8
17/10/2022	8	56	61,2
06/11/2022	8	65,1	56,7
29/01/2023	8	51,2	52,4
07/02/2023	8	57,5	52,3
<b>Rata-rata</b>	<b>6</b>		

(f) Intensitas Curah Hujan:

Intensitas curah hujan dihitung menggunakan persamaan (4), didapatkan hasil:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{136}{24} \times \left(\frac{24}{6}\right)^{\frac{2}{3}} = 0,0143 \text{ m/jam}$$

Sementara itu, luas atap dan area kedap air di sekitar bangunan ditentukan secara individual karena berpengaruh langsung terhadap volume limpasan yang dihasilkan. Debit limpasan dihitung menggunakan persamaan (5). Hasil perhitungan estimasi sumur resapan untuk masing-masing gedung berdasarkan luas atap dan area kedap di sekitar bangunan yang dapat dilihat pada **Tabel 10**.

### 3.8. Perhitungan Curah Hujan Andalan

Data curah hujan rerata bulanan dalam satuan mm dari tahun 2011 hingga 2023 digunakan dalam perhitungan curah hujan andalan. Data curah hujan diurutkan dari data terbesar ke terkecil dan menghitung nilai probabilitasnya menggunakan Weibull sehingga didapatkan hasil seperti pada **Tabel 11**.

**Tabel 10.** Rekapitulasi jumlah dan dimensi sumur resapan

No	Fungsi Gedung	Sisi Atap	Sumur Eksisting			Hasil Perencanaan		
			Jumlah Sumur	lebar (m)	dalam (m)	Jumlah Sumur	lebar (m)	dalam(m)
1	Laboratorium MIPA Terpadu/IDB	Utara	6	0,70	3,15	2	0,70	3,00
		Selatan	6	0,70	3,15	2	0,70	2,40
2	Pascasarjana	Utara	2	0,70	3,15	2	0,70	2,05
		Selatan	2	0,70	3,15	2	0,70	2,65
3	Gedung Dosen	Utara	-	-	-	-	-	-
		Selatan	-	-	-	2	1,00	2,15
4	Gedung Ormawa	Utara	7	1,00	2,75	2	1,00	2,50
		Selatan	5	1,00	2,75	2	1,00	3,40
5	Unit Pengembangan Pembelajaran dan <i>Lesson Study</i>	Utara	-	-	-	2	1,00	3,40
		Selatan	-	-	-	1	1,00	3,20
6	Layanan Kegalisir	Utara	-	-	-	2	1,00	2,30
		Selatan	1	-	-	1	1,00	3,70
7	Gedung Dekanat	Dalam	2	-	-	1	1,00	3,45
		Luar	-	-	-	2	1,00	2,10
8	Gedung Kuliah 1	Dalam	2	-	-	2	1,00	2,25
		Luar	-	-	-	2	1,00	2,50
9	Gedung kuliah 2	Dalam	1	-	-	1	1,00	3,35
		Luar	-	-	-	2	1,00	2,00
10	Gedung Lab 1	Dalam	1	-	-	1	1,00	4,65
		Luar	-	-	-	2	1,00	2,90
11	Gedung Lab 2	Dalam	1	-	-	1	1,00	5,10
		Luar	-	-	-	1	1,00	3,30
12	Gedung Lab 3	Dalam	1	-	-	1	1,00	4,00
		Luar	-	-	-	2	1,00	2,30
13	Gedung Lab 4	Dalam	4	-	-	1	1,00	4,10
		Luar	-	-	-	2	1,00	3,35

**Tabel 11.** Data probabilitas curah hujan bulanan tahun 2011-2023

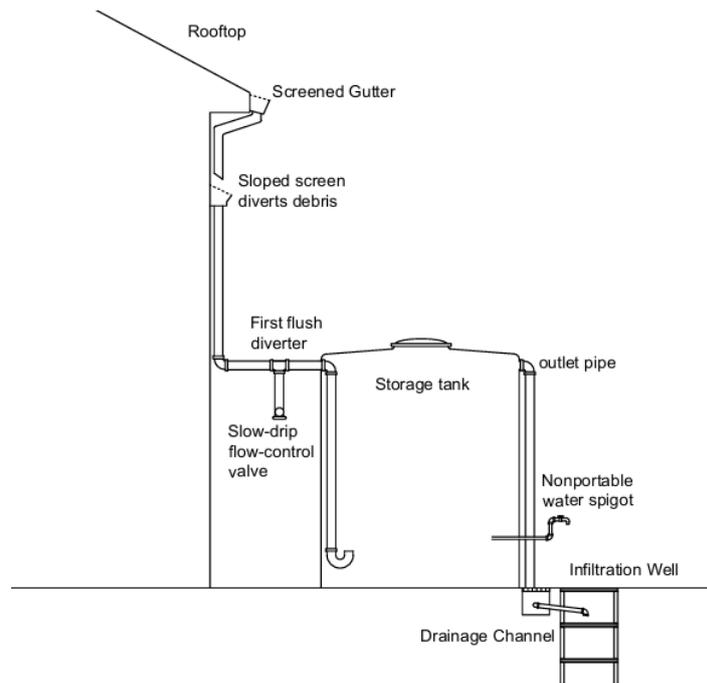
No	Probabilitas (%)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	7,14%	20,01	20,24	20,86	15,60	9,00	8,17	3,90	2,43	8,10	12,16	26,37	16,29
2	14,29%	16,50	16,01	19,80	10,42	6,63	7,42	2,96	1,97	7,91	11,31	20,46	14,93
3	21,43%	12,53	14,71	19,23	9,95	5,63	7,25	1,80	1,57	4,21	7,41	19,08	14,20
4	28,57%	12,40	13,75	15,87	9,80	5,24	7,22	0,78	1,38	3,05	5,81	16,79	13,50
5	35,71%	12,18	11,38	13,45	9,70	4,72	2,51	0,68	0,07	1,20	4,99	15,05	11,81
6	42,86%	12,07	11,09	10,60	9,37	4,65	1,72	0,52	0,06	0,45	4,87	13,68	11,63
7	50,00%	9,81	10,38	9,89	9,03	4,12	1,23	0,22	0,04	0,38	3,55	13,66	11,22
8	57,14%	8,95	10,27	9,73	7,42	3,75	0,53	0,05	0,01	0,00	2,85	11,09	11,02
9	64,29%	8,46	10,24	9,08	7,29	2,76	0,44	0,04	0,01	0,00	0,80	8,06	10,52
10	71,43%	7,79	9,85	8,66	6,51	2,56	0,15	0,00	0,00	0,00	0,01	7,18	9,45
11	78,57%	7,09	8,92	6,20	3,31	2,43	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	8,34
12	85,71%	5,53	7,49	5,53	3,05	1,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10	3,51
13	92,86%	3,10	3,45	3,71	2,51	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	2,46

### 3.9. Perhitungan Kapasitas *Rainwater harvesting*

Perencanaan sistem *rainwater harvesting* (RWH) dalam penelitian ini difokuskan pada gedung di lingkungan FMIPA UNY yang memiliki area taman, yaitu Gedung Laboratorium MIPA Terpadu/IDB. Pemilihan fokus ini didasarkan pada tujuan utama pemanfaatan air hujan, yaitu untuk menyiram taman sebagai kebutuhan yang tidak

memerlukan kualitas air tinggi namun dilakukan secara rutin.

Agar sistem *rainwater harvesting* tidak hanya efisien tetapi juga ramah lingkungan, kelebihan air hujan yang tidak tertampung dalam tangki akan dialirkan ke sumur resapan melalui saluran drainase. Dengan metode ini, air hujan tetap bermanfaat bagi konservasi air tanah di lingkungan kampus.



Gambar 9. Model rainwater harvesting

Sistem *rainwater harvesting* digunakan untuk penyiraman tanaman. Kebutuhan air tanaman dihitung dengan mengalikan luas taman dan volume rerata kebutuhan air untuk penyiraman rumput per meter persegi per harinya. Didapat volume kebutuhan air untuk penyiraman tanaman sebesar 0,379 m<sup>3</sup>/hari. Langkah selanjutnya adalah menghitung seberapa besar kontribusi sistem *rainwater harvesting* dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Persentase kontribusinya dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Berdasarkan hasil perhitungan, sistem *rainwater harvesting* (RWH) dapat membantu 100% kebutuhan air **Tabel 12**. Potensi *rainwater harvesting* terhadap kebutuhan air bulanan

untuk penyiraman taman pada Gedung IDB, dengan perkiraan kebutuhan air sebesar 12 m<sup>3</sup> per bulan. Jika sistem RWH dirancang menggunakan tangki dengan volume 5 m<sup>3</sup>, maka diperlukan tiga unit tangki untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Perencanaan tangki berkapasitas 15 m<sup>3</sup> dianalisis menggunakan neraca air bulanan yang memuat data ketersediaan air hujan, kebutuhan air, dan kinerja tangki setiap bulan. **Tabel 13**. menunjukkan seberapa besar air yang dapat ditampung dan digunakan, serta kemampuan tangki dalam mencukupi kebutuhan air sepanjang tahun.

Bulan	Hari	CH	Luas	Kebutuhan	Koef.	Supply	Kebutuhan	Pasokan	Kekurangan	Kelebihan Air
		R50	Atap	Air Harian	Runoff	Air Hujan	Air Total	RWH 100%	Air	
a	b	c	d	e	f	g = c x d x f	h = b x e	i	jika i > g	jika g > i
Jan	31	0,098	850,50	0,379	0,8	66,747	11,761	11,761		54,986
Feb	28	0,104	850,50	0,379	0,8	70,626	10,623	10,623		60,002
Mar	31	0,099	850,50	0,379	0,8	67,292	11,761	11,761		55,530
Apr	30	0,090	850,50	0,379	0,8	61,440	11,382	11,382		50,058
May	31	0,041	850,50	0,379	0,8	28,032	11,761	11,761		16,271
Jun	30	0,012	850,50	0,379	0,8	8,369	11,382	11,382	-3,013	
Jul	31	0,002	850,50	0,379	0,8	1,497	11,761	11,761	-10,265	
Aug	31	0,0004	850,50	0,379	0,8	0,272	11,761	11,761	-11,489	
Sep	30	0,004	850,50	0,379	0,8	2,586	11,382	11,382	-8,796	
Oct	31	0,036	850,50	0,379	0,8	24,154	11,761	11,761		12,393
Nov	30	0,137	850,50	0,379	0,8	92,943	11,382	11,382		81,561
Dec	31	0,112	850,50	0,379	0,8	76,341	11,761	11,761		64,579
<b>JUMLAH</b>	<b>365</b>					<b>500,298</b>	<b>138,481</b>	<b>138,481</b>	<b>-33,563</b>	<b>395,380</b>

**Tabel 13.** Neraca air kapasitas 15 m<sup>3</sup>

Bulan	Supply Air Hujan	Ketersediaan Air			Simulasi Reservoir			
	m <sup>3</sup>	Awal	Kebutuhan	Akhir	Volume (m <sup>3</sup> )	Awal	Kebutuhan	Akhir
Jan	67	0	12	55	15	0	12	15
Feb	71	55	11	115	15	15	11	15
Mar	67	115	12	171	15	15	12	15
Apr	61	171	11	221	15	15	11	15
May	28	221	12	237	15	15	12	15
Jun	8	237	11	234	15	15	11	12
Jul	1	234	12	224	15	12	12	2
Aug	0	224	12	212	15	2	12	0
Sep	3	212	11	203	15	0	11	0
Oct	24	203	12	216	15	0	12	12
Nov	93	216	11	297	15	12	11	15
Dec	76	297	12	362	15	15	12	15

Berdasarkan data pada **Tabel 13.**, volume akhir ketersediaan air dan tangki mengalami perubahan setiap bulan, dipengaruhi oleh pasokan hujan dan kebutuhan air.

**Tabel 13.** menunjukkan bahwa kebutuhan air untuk penyiraman tanaman dapat terpenuhi secara optimal pada bulan Januari hingga Mei, dimana *rainwater tank* (RWT) terisi penuh. Namun, menjelang bulan Juni hingga Juli, volume air dalam RWT terus mengalami penurunan akibat pasokan air hujan yang tidak mencukupi dibandingkan kebutuhan, hingga akhirnya mencapai kondisi kosong pada bulan Agustus dan September. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada periode tersebut, RWT tidak mampu memenuhi kebutuhan air. Selanjutnya, curah hujan kembali meningkat pada bulan Oktober sehingga RWT kembali terisi, dan pada bulan November hingga

Desember, RWT kembali terisi penuh dan mampu mencukupi kebutuhan air secara optimal.

### 3.10. Evaluasi Saluran Eksisting

Evaluasi dilakukan untuk menilai apakah dimensi saluran eksisting sesuai dengan standar teknis berdasarkan kapasitas aliran yang dibutuhkan. Berdasarkan pengamatan melalui *Google earth*, rata-rata kemiringan tanah di sekitar lokasi penelitian diperoleh 0,01. Perhitungan kapasitas saluran dilakukan menggunakan persamaan Manning pada persamaan (7) dengan nilai koefisien manning didapatkan pada **Tabel 14.** serta perbandingan lebar (b) dan tinggi (h) 1:2 sehingga luas penampang dan jari-jari hidraulik dapat diekspresikan dalam variabel Tunggal.

**Tabel 14.** Rekapitulasi kapasitas saluran

No	Fungsi Gedung	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Saluran Eksisting		Saluran Hitung		Keterangan
			lebar (m)	tinggi (m)	lebar (m)	tinggi (m)	
1	Laboratorium FMIPA Terpadu/IDB	0,0039	0,40	0,50	0,150	0,075	Memenuhi
2	Pascasarjana	0,0034	0,30	0,50	0,100	0,050	Memenuhi
3	Gedung Dosen	0,0022	0,20	0,25	0,100	0,050	Memenuhi
4	Gedung Ormawa	0,0050	0,40	0,50	0,150	0,075	Memenuhi
5	Unit Pengembangan Pembelajaran dan <i>Lesson Study</i>	0,0028	0,25	0,25	0,100	0,050	Memenuhi
6	Gedung Dekanat	0,0040	0,40	0,50	0,150	0,075	Memenuhi
7	Gedung Kuliah 1	0,0049	0,40	0,50	0,150	0,075	Memenuhi
8	Gedung kuliah 2	0,0038	0,20	0,20	0,100	0,050	Memenuhi
9	Gedung Lab 1	0,0054	0,30	0,25	0,150	0,075	Memenuhi
10	Gedung Lab 2	0,0043	0,30	0,25	0,150	0,075	Memenuhi
11	Gedung Lab 3	0,0045	0,30	0,25	0,150	0,075	Memenuhi
12	Gedung Lab 4	0,0056	0,30	0,25	0,150	0,075	Memenuhi

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil observasi lapangan terhadap 13 gedung di lingkungan FMIPA UNY, diketahui bahwa gedung dosen, bangunan unit pengembangan, sisi luar gedung dekanat, kuliah 1, kuliah 2, dan laboratorium 1 hingga 4 belum memiliki sistem sumur resapan. Padahal, hasil perencanaan menunjukkan bahwa gedung tersebut memerlukan satu hingga dua unit sumur resapan dengan kedalaman optimal antara 2,00 hingga 3,40 meter. Sementara itu, gedung yang sudah memiliki sumur resapan seperti Laboratorium MIPA Terpadu/IDB dan Gedung Ormawa menunjukkan bahwa jumlah sumur eksisting melebihi kebutuhan aktual, yang mengindikasikan adanya kelebihan dalam perencanaan awal. Oleh karena itu, diperlukan penambahan jumlah sumur pada gedung yang belum memiliki sistem resapan serta optimalisasi kedalaman pada sumur eksisting agar desain sumur lebih efisien, sesuai kebutuhan infiltrasi, dan mendukung pengelolaan air hujan yang berkelanjutan di lingkungan kampus.

Hasil analisis kapasitas sistem *rainwater harvesting* (RWH) di lingkungan kampus FMIPA UNY menunjukkan bahwa air hujan yang tertampung memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam memenuhi kebutuhan air *non-portable*. Pada kebutuhan penyiraman tanaman, sistem RWH mampu menyuplai hingga 100% dari total volume air yang dibutuhkan. Hasil ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan air hujan sangat efektif untuk penyiraman.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh gedung di lingkungan FMIPA UNY memiliki saluran drainase eksisting dengan dimensi penampang yang mencukupi terhadap debit limpasan 5 tahun. Luas penampang eksisting di setiap lokasi telah melebihi kebutuhan minimum yang dihitung berdasarkan intensitas hujan dan luas area tangkapan. Dengan demikian, sistem drainase saat ini dinilai mampu mengakomodasi aliran air hujan kala ulang 5 tahun secara efektif tanpa menyebabkan genangan, selama tidak terjadi penyumbatan atau kerusakan fisik pada saluran.

#### Daftar Rujukan

- [1] Wardahani, R. K., Pamudjianto, A., Desembardi, F., Rusdi, A., & Dwangga, M. (2024). Analisis Kebutuhan Air Bersih di Kampung Lilinta Distrik Misool Barat. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JIMATS)*, 3(01), 053-064.
- [2] Prabowo, Y. (2018). *Analisis potensi penghematan konsumsi air PAM dan energi dengan sistem Rain Water Harvesting pada Gedung Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gadjah Mada* (Skripsi Sarjana, Universitas Gadjah Mada). Universitas Gadjah Mada Repository.
- [3] Farida, A., & Aryuni, V. T. (2020). Analisis Limpasan Permukaan Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Sorong Kota Sorong. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 12(2), 146-161.
- [4] Suripin, M. Eng. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- [5] Suud, A., & Franchitika, R. (2020). Analisa Debit Air Hujan dengan Metode Rainwater Harvesting untuk Kebutuhan Air Bersih di Sdn 066656 Kecamatan Medan Selayang. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 11(2), 1185-1194.
- [6] Triatmodjo, B. (2019). *Hidrologi Terapan* (Cetakan ke-7). Beta Offset Yogyakarta.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7752:2012 *Tata cara pengukuran laju infiltrasi tanah di lapangan menggunakan infiltrometer cincin ganda*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Kamiana, I. M. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air. *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- [9] Kusumawardani, R., & Prakasa, F. (2017). Analisa distribusi curah hujan di Area Merapi menggunakan metode Aritmatika dan Poligon. *J. Tek. SipilPerenc.*, 19(1), 39-48.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- [11] Kurniyawan, R. D., & Hendrasari, R. S. (2021). Analisa Sebaran Banjir Akibat Keruntuhan Waduk Wadaslintang. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 17(2), 96-105.
- [12] Limantara, I. L. M. (2019). *Rekayasa Hidrologi: Edisi Revisi*. Penerbit Andi.
- [13] Yekti, M. I., Bethania, C. F., & Pariartha, I. P. G. S. (2022). Perancangan Rainwater Harvesting dengan Communal Rainwater tank di Desa Baturingggit Kabupaten Karangasem. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 6(2), 163-175.
- [14] Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 03-7065-2005 *Tata Cara Pelaksanaan Sistem Plumbing*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [15] Ulfa, A., Wigati, R., & Kusuma, R. I. (2021). Perencanaan Rainwater Harvesting System sebagai Implementasi Konsep Smart & Green Campus (Studi Kasus: Gedung Fakultas Ilmu Sosial Politik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Kampus Sindangsari). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 123-133.
- [16] Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 8456:2017 *Tata Cara Perencanaan Drainase Perkotaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.