

Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan dalam Area Perumahan untuk Mereduksi Banjir Pada Perumahan Sutorejo, Surabaya

Jagad Dhita Kustyaningrum^{1*}, Umboro Lasminto¹

Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: jagaddhitak@gmail.com

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	07 Januari 2023	<i>The increase in population has resulted in the non-fulfillment of standard water services and affected the development carried out, resulting in a lot of watertight land cover. This causes rainwater to not flow into the drainage channels resulting in flood inundation. Rainwater harvesting is then carried out to collect rainwater from the roof and used as a source of raw water, and reduce flooding without changing drainage. The aim is to analyze water availability, storage, and the effectiveness of rainwater harvesting against flooding. The availability of raw water is 0,1178m³/person/day, and if there are 4 people in one house, the water requirement is 0,471m³/day. For a rainwater harvesting system where rainwater that falls on the roof will be accommodated with a volume scenario of 8m³, 3,375 m³, and 1m³. The effectiveness of the PAH system against flood inundation is for scenario-1 of 12.66%-80.16%, scenario-2 of 8.463%-33.82%, and scenario-3 of 1.58%-10.02%.</i>
Diperbaiki	09 Februari 2023	
Disetujui	09 Februari 2023	

Keywords: effectiveness, flood, rainwater harvesting.

Abstrak

Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan pelayanan air baku belum terpenuhi dengan baik dan mempengaruhi pembangunan yang terjadi, sehingga banyaknya tutupan lahan kedap air. Hal ini menyebabkan air hujan tidak dapat mengalir ke saluran drainase atau menyerap ke dalam tanah sehingga munculnya genangan banjir. Maka dilakukan pemanenan air hujan untuk mengumpulkan air hujan dari atap bangunan dan dimanfaatkan sebagai sumber air baku, serta untuk mengurangi banjir tanpa merubah drainase. Tujuannya yaitu menganalisis ketersediaan air, penggunaan tampungan, serta efektivitas PAH terhadap banjir. Hasil yang diperoleh yaitu ketersediaan air baku per orang 0,1178 m³/org/hari, jika satu rumah terdapat 4 orang maka kebutuhan air untuk satu rumah 0,471 m³/hari. Untuk desain PAH dimana air hujan yang jatuh di atap akan ditampung pada tampungan dengan skenario volume 8m³, 3,375 m³, dan 1m³. Efektivitas sistem PAH terhadap genangan banjir yaitu untuk skenario 1 sebesar 12,66% - 80,16%, skenario 2 sebesar 8,463% - 33,82%, skenario 3 sebesar 1,58%-10,02%.

Kata kunci: efektivitas, genangan banjir, pemanenan air hujan.

1. Pendahuluan

Kota Surabaya memiliki jumlah penduduk sebesar 2.874.314 jiwa berdasarkan dari hasil sensus penduduk terbaru 2020 oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Surabaya, dimana angka kenaikan masyarakat terus bertambah ditahunnya. Jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan pelayanan air yang ada masih belum terpenuhi dengan baik. Peningkatan tersebut juga mempengaruhi banyaknya pembangunan yang terjadi sehingga makin banyak tutupan lahan yang kedap air, hal ini menyebabkan air tidak dapat meresap ke dalam tanah atau mengalir ke saluran drainase.

Perumahan Sutorejo yang berada di Surabaya Timur juga sering kali menjadi sasaran pembangunan perumahan, gedung, atau fasilitas yang terkadang belum mempertimbangkan dengan sistem drainase yang ada. Dari hasil pengamatan di lapangan didapatkan beberapa titik masih

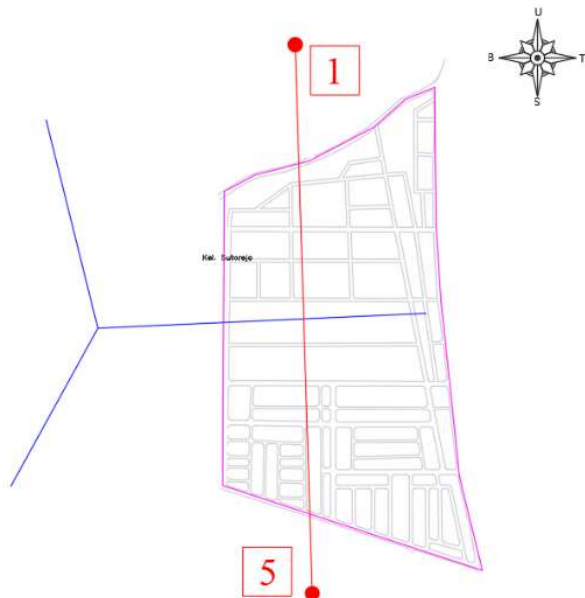
terjadi genangan banjir, dimana hal ini dikarenakan banyaknya tutupan lahan kedap air atau kurangnya kapasitas saluran untuk menampung debit banjir.

Secara umum masalah banjir di Perumahan Sutorejo memang masih belum dapat teratasi dengan baik, serta penyebaran air baku juga masih belum merata. Oleh karena itu dilakukan sistem pemanenan air hujan atau *rainwater harvesting*, dimana nantinya dapat digunakan sebagai pengganti sumber air baku sekaligus mengurangi limpasan air hujan yang menjadi aliran permukaan sebagai salah satu upaya mengurangi genangan banjir. Penelitian dilakukan dengan membangun sistem pemanenan air hujan dengan cara memanen air hujan yang jatuh di atap rumah. Sistem PAH pada drainase perumahan akan mampu untuk mengurangi limpasan air hujan yang akan masuk ke saluran drainase tanpa harus merubah sistem drainase yang sudah ada.

2. Metode

2.1 Curah Hujan Wilayah

Untuk menganalisis curah hujan pertama perlu untuk menentukan letak stasiun hujan yang akan digunakan. Untuk menentukan stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi studi digunakan metode Poligon Thiessen. DAS Perumahan Sutorejo hanya dipengaruhi oleh stasiun hujan saja yaitu stasiun hujan Larangan no 1 dan Keputih no 5 yang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Poligon Thiessen DAS Perumahan Sutorejo

Kemudian dilakukan analisis curah hujan maksimum dengan menggunakan metode distribusi Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log-Pearson Type III.

2.2. Analisis Hidrologi Hidrolika

Analisis debit hidrologi hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase yang direncanakan sudah sesuai dengan kondisi *eksisting* dihitung dengan persamaan 1 dan 2[1].

$$Q_{\text{Hidrologi}} = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (1)$$

dimana:

Q = debit puncak yang ditimbulkan oleh curah hujan (m^3/dtk).

I = intensitas hujan (mm/jam).

A = luas daerah tangkapan (km^2).

C = koefisien aliran.

$$Q_{\text{Hidrolika}} = V \times A \quad (2)$$

dimana:

Q = debit yang terjadi (m^3/dtk)

V = kecepatan aliran (m/dtk)

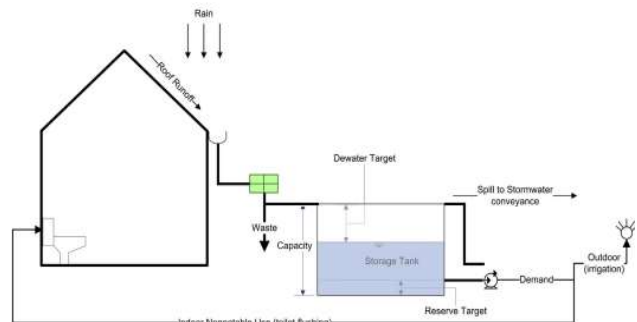
A = luas penampang (m^2)

2.3 Komponen Sistem PAH

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih [2]. Air hujan yang dikumpulkan melalui atap dialirkan melalui pipa penghubung yang dipasang di atap-atap rumah menuju tempat penampungan di bawahnya. Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan rendah dan tidak tersedia air tanah

a. Tipe Pemanenan Air Hujan

Penggunaan atap rumah dapat memungkinkan air yang akan dikumpulkan tidak terlalu signifikan, oleh karena itu diperlukan penerapan secara tepat untuk mendapatkan hasil yang signifikan. Contoh pemasangan sistem pemanenan air hujan untuk atap dapat dilihat pada **Gambar 2**



Gambar 2. Contoh Pemasangan Sistem Pemanenan Air Hujan

b. Perhitungan Sistem PAH

Sistem pemanenan air hujan untuk skala individu atau skala yang lebih luas seperti kota, mempunyai komponen penyediaan sistem yang sama [3]. Pada perencanaan volume tangki atau kolam penampung air hujan dapat ditentukan melalui keseimbangan perhitungan *supply* dan *demand* sehari-hari. Perhitungan *supply* diperlukan untuk mengetahui volume air hujan yang dapat ditampung dihitung dengan persamaan 3.

$$S = A \times M \times F \quad (3)$$

dimana;

S = Supply air hujan yang dapat ditampung (m^3)

A = luas area tangkapan air hujan atau luas atap rumah penduduk (m²)

F = Koefisien *runoff* (0,80)

Koefisien *runoff* merupakan banyaknya curah hujan yang akan mengalir setelah terjadi penguapan. Pada umumnya banyaknya air hujan yang dapat ditampung sebesar 80% dan sisanya diasumsikan menguap diudara. Kebutuhan air hujan atau *demand* merupakan volume yang akan digunakan masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari selama satu bulan dihitung dengan persamaan 4.

$$B = D \times P \tag{4}$$

dimana;

B = Total kebutuhan air dalam satu bulan (m³)

D = Kebutuhan air satu orang dalam satu hari (m³)

P = Jumlah pengguna (jiwa)

c. Tampungan

Air hujan atau air buangan dapat menimbulkan penyumbatan di dalam jaringan pembuangan air limbah dikarenakan dalam air hujan tersebut bisa terdapat debu, pasir, ranting, daun, atau hal lainnya. Untuk mencegah hal tersebut tampungan limpasan air hujan bisa dilengkapi dengan saringan penangkap atau perangkap alat *plumbing* dengan penangkap endapan yang diberlakukan untuk mengatasi buangan yang mengganggu [4]. Perencanaan bak tampungan harus seimbang antara *supply* dan *demand*.

2.4 Pengelolaan Banjir

Dalam siklus hidrologi air hujan yang jatuh di permukaan lahan akan mengalir ke saluran drainase atau meresap ke dalam tanah. Bila permukaan lahan tertutup oleh lapisan yang cenderung kedap air maka air yang meresap ke dalam tanah akan kecil dan sebaliknya air yang mengalir di permukaan lahan akan menjadi besar. Aliran permukaan yang besar dapat menimbulkan genangan atau banjir. Sebagian air yang berada di permukaan lahan dapat tertampung dalam suatu cekungan alan atau tampungan buatan. Air yang tertampung ini dapat mengurangi volume air yang mengalir di permukaan lahan. Konsep pemanenan air hujan adalah sedapat mungkin memperbesar air yang meresap kedalam tanah dan air yang tertampung agar air yang mengalir dipermukaan lahan menjadi lebih kecil atau berkurang, efektivitas pemanenan air hujan dihitung dengan persamaan 5.

$$\text{Efektivitas PAH} = \frac{\text{Vol. Tampungan}}{\text{Vol. Limpasan Air}} \times 100\% \tag{5}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Curah Hujan

a. Analisis Curah Hujan Maksimum

Analisis curah hujan dilakukan untuk mengetahui besar tinggi hujan periode ulang perumahan Sutorejo. Dari polygon Thiessen diketahui perumahan Sutorejo hanya dipengaruhi stasiun hujan Keputih saja, hal ini dikarenakan untuk stasiun hujan Larangan pada tahun 2018 sudah tidak digunakan kembali. Data hujan yang digunakan yaitu 15 tahun terakhir, dari tahun 2007 sampai 2021 dan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Hujan Maksimum Perumahan Sutorejo

No	Tahun	R (mm)
1	2007	127
2	2008	90
3	2009	120
4	2010	90
5	2011	78
6	2012	85
7	2013	80
8	2014	134
9	2015	84
10	2016	164
11	2017	124
12	2018	49
13	2019	50
14	2020	102
15	2021	73

b. Kesimpulan Analisis Distribusi dan Periode Ulang

Dilakukan analisis distribusi dengan menggunakan metode Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log-Pearson Type III. Kemudian dari distribusi tersebut hanya Gumbel dan Log-Pearson Type III yang memenuhi syarat untuk dilakukan uji kecocokan dengan cara pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rekapitulasi Uji Kecocokan

Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi-Kuadrat	Chi-Kuadrat		Smirnov	Kolmogorof			
	Xh ²	<	Xh ² cr	Ket	Dmax	<	Do	Ket
Gumbel	0,667	<	9,488	OK	0,46	<	0,34	NOT OK
Log-Pearson III	1,333	<	9,488	OK	0,098	<	0,34	OK

Dari **Tabel 2** dapat disimpulkan bahwa distribusi Log-Pearson Type III sudah memenuhi persyaratan dalam uji kecocokan dan selanjutnya akan digunakan sebagai perhitungan curah hujan rencana. Hasil perhitungan tinggi hujan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Tinggi Hujan Rencana Tiap Periode Ulang

	Periode Ulang		
	2	5	10
R (mm)	1,970	2,089	2,147
anti log R	93,403	122,753	140,170

3.2 Analisis Hidrologi Hidrolika

Dilakukan perhitungan debit untuk kondisi hidrologi dimana kondisi debit yang dipengaruhi oleh curah hujan dan kondisi yang terjadi di lapangan. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk saluran S25 dengan menggunakan persamaan 1.

$$Q_{\text{Hidrologi}} = \frac{1}{3,6} CIA = \frac{1}{3,6} \times 0,71 \times 117,491 \times 0,00339$$

$$= 0,059 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Dalam tahap analisis hidrolika perlu diketahui terlebih dahulu dimensi masing-masing saluran drainase, dimana dalam penelitian ini dilakukan *survey* untuk mengetahui dimensinya. Contoh perhitungan untuk debit hidrolika pada saluran S25 sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 2.

$$b = 0,55 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$h_{\text{air}} = 0,60 - 0,2 = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang (A)} = b \times h_{\text{air}} = 0,55 \times 0,40 = 0,22 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h_{\text{air}} = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Jari-jari hidraulik (R)} = A/P = 0,163 \text{ m}$$

$$\text{Koefisien manning (n)} = 0,013 \text{ (beton)}$$

$$\text{Kemiringan saluran (S)} = 0,00007$$

$$\text{Kec. rata-rata aliran (V)} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= 0,187 \text{ m/dtk}$$

$$Q_{\text{hidrolika}} = V \times A = 0,041 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan bahwa Q hidrologi lebih besar dari Q hidrolika maka pada saluran S25 masih mengalami banjir. Berikut rekapitulasi untuk saluran yang masih mengalami banjir dan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

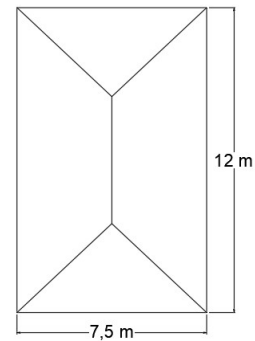
3.3 Komponen Sistem PAH

a. Perhitungan Luasan Atap

Pada penelitian ini digunakan metode pemanenan air hujan untuk mengurangi limpasan dari air hujan, dimana langkah pertama yaitu menghitung luasan atap untuk mendapatkan volume curah hujan (*supply*). Berikut contoh perhitungan untuk luasan atap pada saluran S25.6.

Tabel 4. Rekapitulasi Saluran yang Mengalami Banjir

No.	Saluran	Q Hidrolika	Q Hidrologi
		m ³ /dtk	m ³ /dtk
1	S14	0,079	0,079
2	S20	0,039	0,042
3	S21	0,041	0,058
4	S25	0,041	0,059
5	S34	0,079	0,111
6	S45	0,053	0,055
7	S72	0,096	0,106
8	S84	0,085	0,095
9	S91	0,037	0,066
10	S112	0,086	0,131
11	S211	0,110	0,119
12	S285	0,052	0,052

**Gambar 3.** Bangunan S25.1 Tampak Atas

Diketahui:

$$\text{Jenis atap} = \text{Perisai}$$

$$\text{Tinggi atap} = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Lebar atap} = 7,5 \text{ m}$$

$$\text{Lebar atap miring} = \sqrt{\text{tinggi atap}^2 + \left(\frac{\text{lebar atap}}{2}\right)^2}$$

$$= \sqrt{2,4^2 + \left(\frac{7,5}{2}\right)^2} = 4,244 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas atap segitiga} = 0,5 \times 7,5 \times 4,244 = 15,914 \text{ m}^2$$

$$\text{Lebar atap posisi miring}_{\text{Trapezium}} = \sqrt{2,4^2 + \left(\frac{7,5}{2}\right)^2}$$

$$= 4,452 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas atap trapesium} = 0,5 \times 4,452 \times (12 + 5) = 37,844 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total} = (15,914 \times 2) + (37,844 \times 2) = 107,517 \text{ m}^2$$

Tabel 5. Luas Atap Bangunan Pada Saluran S25

Saluran	Nama Bangunan	Luas Atap (m ²)
S25	S25.1	67,604
	S25.2	67,604
	S25.3	192,184
	S25.4	49,688
	S25.5	49,688
	S25.6	107,517
	S25.7	107,517
	S25.8	107,517
	S25.9	114,403
	S25.10	154,755
	S25.11	154,755
	S25.12	114,403

b. Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih untuk rumah tinggal yaitu sebesar 120 liter/penghuni/hari, dan persentase pemakaian air untuk kebutuhan orang per hari dapat dilihat pada **Tabel 6.** [5]

Tabel 6. Estimasi Kebutuhan *Non-Potable Water*

Keperluan	Jumlah	
	%	Liter
Mandi	66,42%	79,7
Mencuci Pakaian	13,06%	15,67
Mencuci Peralatan Dapur	2,84%	3,41
Mengepel Lantai	0,76%	0,91
Wudhu	13,45%	16,14
Menyiram Tanaman	0,83%	1
Mencuci Kendaraan	0,32%	0,38
Lain-lain	0,46%	0,55
Total		117,76

Jenis keperluan = Mandi

Prosentase = 66,42%

Kebutuhan air rumah tinggal = 120 liter

Kebutuhan = 66,42% x 120 lt = 79,70 lt

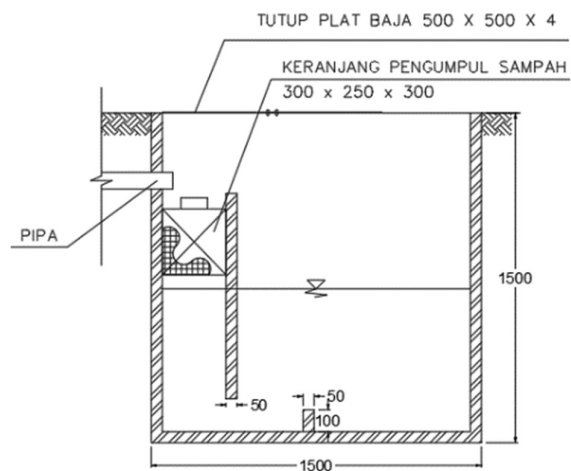
Untuk kebutuhan air Perumahan Sutorejo tiap bangunan sebagai berikut dengan menggunakan persamaan 4:

- Jumlah penghuni = 4 org (asumsi)
- Kebutuhan air/org = 117,76 lt = 0,11776 m³/org
- Total kebutuhan air= 4 x 0,11776 = 0,47101 m³/hari

c. Tampung

Dimensi tampungan atau ground reservoir dipengaruhi oleh supply air hujan (S) dan kebutuhan air (B). Pada penelitian ini digunakan kebutuhan air harian yang didapatkan dari perhitungan sebelumnya yaitu sebesar 0,417

m³. Tampungan yang digunakan mengacu dari SNI 03-6481-2000 dimana air limbah yang dapat menimbulkan penyumbatan di dalam jaringan pembuangan air tidak boleh dibuang ke dalam jaringan tersebut, kecuali jika jaringan tersebut dilengkapi dengan saringan penangkap atau perangkat alat plambing dengan penangkap endapan untuk mengatasi buangan pengganggu (**Gambar 4**). Pada penelitian ini dilakukan 3 skenario untuk tampungan, dimana hal ini dilakukan untuk analisis penggunaan tampungan terhadap sistem PAH. Penentuan dimensi tampungan dilakukan dengan mempertimbangkan lahan yang ada. Untuk skenario 1 tampungan berkapasitas 8 m³ dengan masing-masing panjang, lebar, dan tinggi 2 m, lalu skenario 2 tampungan berkapasitas 3,375 m³ dengan masing-masing panjang, lebar, dan tinggi 1,5 m, dan skenario 3 tampungan berkapasitas 1 m³ dengan masing-masing panjang, lebar, dan tinggi 1 m.



Gambar 4. *Ground Reservoir* Untuk Skenario 2

d. Perhitungan Sistem PAH

Dilakukan perhitungan selama satu tahun untuk melihat kemampuan dari sistem PAH pada curah hujan terendah dan tertinggi di tahun 2007 – 2021. Didapatkan untuk curah hujan terendah terjadi pada tahun 2018 dan curah hujan tertinggi tahun 2016. Hal ini dilakukan untuk membandingkan penggunaan sistem PAH ketika curah hujan tertinggi dan terendah. Berikut contoh perhitungan untuk saluran S25 bangunan S25.1 bulan Januari 2016 dengan menggunakan persamaan 3 dan skenario tampungan 1:

Diketahui:

A atap = 67,604 m²

Koef = 0,8

Dimensi tampungan = 2 x 2 x 2 m

Volume tampungan = 8 m³

- Hari ke-1

$$S = A \times M \times F = 67,604 \times \left(\frac{0}{1000}\right) \times 0,80 = 0 \text{ m}^3$$

Maka air yang masuk ke dalam tampungan sebesar 0 m^3 .

Dikarenakan tidak adanya air ditampungan maka tidak ada sisa air ditampungan atau sama dengan 0.

- Hari ke-2

$$S = 67,604 \times \left(\frac{0}{1000}\right) \times 0,80 = 0 \text{ m}^3$$

Maka air yang masuk ke dalam tampungan sebesar 0 m^3

Dikarenakan tidak adanya air ditampungan maka tidak ada sisa air ditampungan.

- Hari ke-3

$$S = 67,604 \times \left(\frac{0}{1000}\right) \times 0,80 = 0 \text{ m}^3$$

Maka air yang masuk ke dalam tampungan sebesar 0 m^3

Dikarenakan tidak adanya air ditampungan maka tidak ada sisa air ditampungan.

- Hari ke-4

$$S = 67,604 \times \left(\frac{31,5}{1000}\right) \times 0,80 = 2,752 \text{ m}^3$$

Air yang masuk ke tampungan = $0 + 2,752 = 2,752 \text{ m}^3$

Cek air tertampung dengan kapasitas tampungan $2,752 \text{ m}^3 < 8 \text{ m}^3$.

Sisa air tampungan = air tertampung – kebutuhan air = $2,752 - 0,471 = 2,281 \text{ m}^3$

- Hari ke-5

$$S = 67,604 \times \left(\frac{0}{1000}\right) \times 0,80 = 0 \text{ m}^3$$

Air yang masuk ke tampungan = $0 + 2,281 = 2,281 \text{ m}^3$

Cek air tertampung dengan kapasitas tampungan $2,281 \text{ m}^3 < 8 \text{ m}^3$

Sisa air tampungan = air tertampung – kebutuhan air = $2,281 - 0,471 = 1,810 \text{ m}^3$

Dilakukan seterusnya sampai bulan Desember, begitu juga untuk tahun 2018. Berikut rekapitulasi perhitungan untuk bulan Januari 2016 dapat dilihat pada **Tabel 7**.

d. Penggunaan Sistem PAH

Untuk desain dari sistem PAH dapat dilihat pada **Gambar 5** dimana air hujan yang jatuh di atap akan dialirkan dari talang dan pipa kemudian masuk ke dalam tampungan atau *ground reservoir* dan tangki air.

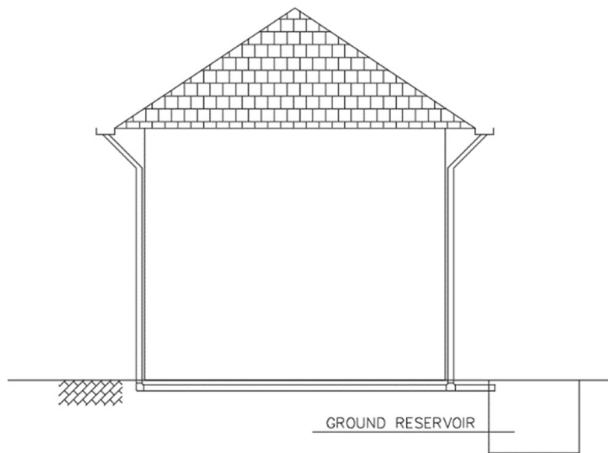
Pada talang juga disiapkan saringan dimana harus dipasang pada lubang masuknya air hujan dan harus menonjol sekurang-kurangnya 10 cm di atas permukaan atap atau talang yang diukur dari lubang masuk. Jumlah luas

lubang saringan tidak boleh lebih kecil dari 1,5 kali luas penampang talang tegak yang dapat dilihat pada **Gambar 6** [6].

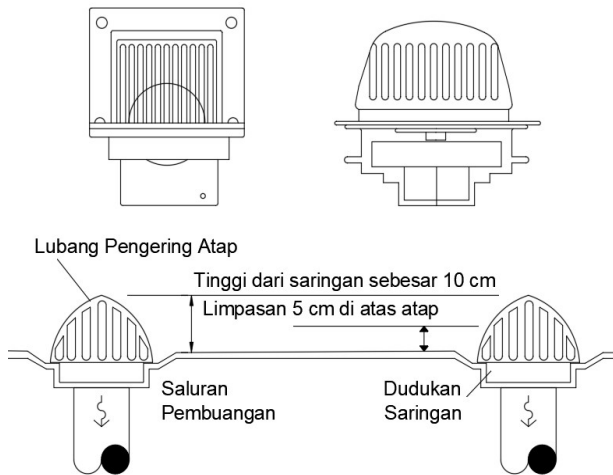
Penentuan penggunaan jenis talang dan pipa pada penelitian ini mengacu pada SNI 8153-2015 tentang sistem *plumbing* pada bangunan gedung. Untuk penggunaan talang yaitu memakai kemiringan 1% dengan ukuran diameter 6-inch, sedangkan untuk penggunaan pipa menggunakan 3-inch. Hal ini ditentukan dari rata-rata nilai intensitas hujan dan luas atap bangunan, serta kemudahan mendapatkan barang di pasaran.

Tabel 7. Rekapitulasi Sistem PAH Bangunan S25.1 Bulan Januari 2016

Hari ke-	M mm	S m ³	Air Tertampung m ³	Cek Air Pada Tampungan m ³	Sisa Air m ³
1	0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	31,5	1,70	1,70	1,70	1,23
5	0	0,00	1,23	1,23	0,76
6	0	0,00	0,76	0,76	0,29
7	0	0,00	0,29	0,29	0,00
8	0	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	4	0,22	0,22	0,22	0,00
12	0	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0	0,00	0,00	0,00	0,00
14	13	0,70	0,70	0,70	0,23
15	0	0,00	0,23	0,23	0,00
16	0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0	0,00	0,00	0,00	0,00
19	59	3,19	3,19	3,19	2,72
20	0	0,00	2,72	2,72	2,25
21	40	2,16	4,41	4,41	3,94
22	50	2,70	6,65	6,65	6,17
23	24	1,30	7,47	7,47	7,00
24	1,5	0,08	7,08	7,08	6,61
25	0	0,00	6,61	6,61	6,14
26	17	0,92	7,06	7,06	6,59
27	0	0,00	6,59	6,59	6,12
28	19,5	1,05	7,17	7,17	6,70
29	0	0,00	6,70	6,70	6,23
30	13	0,70	6,93	6,93	6,46
31	25	1,35	7,81	7,81	7,34



Gambar 5. Konsep Sistem PAH



Gambar 6. Saringan Pada Talang Atap

3.4 Efektivitas Sistem PAH

Efektivitas penggunaan sistem PAH terhadap kebutuhan air pada penelitian ini didapatkan dari jumlah hari kebutuhan air baku terpenuhi selama satu tahun dibandingkan dengan jumlah hari dalam satu tahun. Berikut contoh perhitungan untuk bangunan S25.1, diketahui data sebagai berikut:

Jumlah hari kebutuhan air terpenuhi = 231 hari (tahun 2016)

Jumlah hari kebutuhan air terpenuhi = 110 hari (tahun 2018)

Efektifitas terhadap kebutuhan air_{max}

$$= \frac{231 \text{ hari}}{365 \text{ hari}} \times 100\% = 63,29\%$$

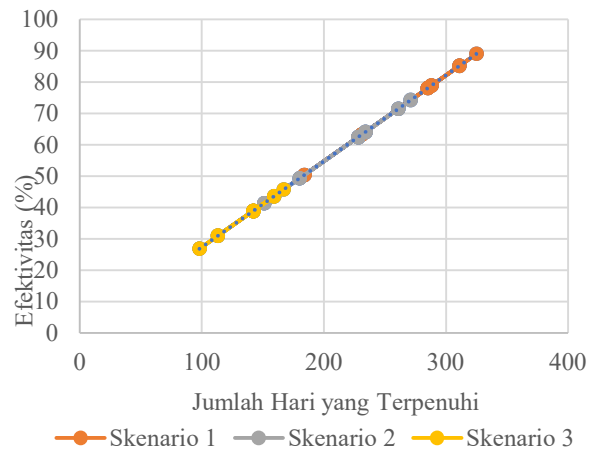
Efektifitas terhadap kebutuhan air_{min}

$$= \frac{110 \text{ hari}}{365 \text{ hari}} \times 100\% = 30,14\%$$

Maka didapatkan kebutuhan air baku yang terpenuhi dalam satu tahun untuk bangunan S25.1 ketika curah hujan maksimum sebesar 63,29% dan ketika curah hujan minimum kebutuhan air baku yang terpenuhi yaitu sebesar 30,14%. Berikut rekapitulasi efektivitas sistem PAH terhadap kebutuhan air baku saluran S25 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Efektivitas Sistem PAH Terhadap Kebutuhan Air Saluran S25 Ketika Curah Hujan Maksimum

Nama Bangunan	Skenario 1		Skenario 2		Skenario 3	
	Hari Terpenuhi	Efektifitas	Hari Terpenuhi	Efektifitas	Hari Terpenuhi	Efektifitas
S25.1	231	63,29	180	49,32	113	30,96
S25.2	231	63,29	180	49,32	113	30,96
S25.3	325	89,04	271	74,25	167	45,75
S25.4	184	50,41	151	41,37	98	26,85
S25.5	184	50,41	151	41,37	98	26,85
S25.6	285	78,08	228	62,47	142	38,90
S25.7	285	78,08	228	62,47	142	38,90
S25.8	285	78,08	228	62,47	142	38,90
S25.9	288	78,90	234	64,11	142	38,90
S25.10	311	85,21	261	71,51	159	43,56
S25.11	311	85,21	261	71,51	159	43,56
S25.12	288	78,90	234	64,11	142	38,90



Gambar 7. Grafik Perbandingan Jumlah Hari Kebutuhan Air Baku Terpenuhi dan Efektivitas Pada Saluran S25 Ketika Curah Hujan Maksimum

Efektivitas penggunaan sistem PAH terhadap banjir pada penelitian ini didapatkan dari volume tampungan yang dibandingkan dengan volume limpasan. Berikut contoh perhitungan untuk saluran S25 skenario 1:

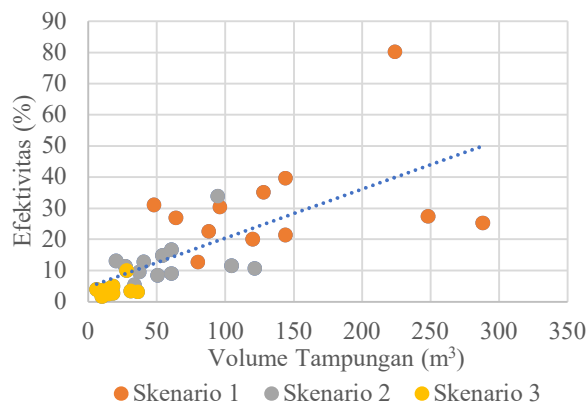
Volume tampungan = 8 m³

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bangunan} &= 12 \text{ unit} \\ \text{Luas CA} &= 3388,8 \text{ m}^2 \\ \text{Curah hujan} &= 93,403 \text{ mm (Tabel 3)} \\ \text{Volume limpasan} &= 3388,8 \times 93,403/1000 = 316,522 \text{ m}^3 \\ \text{Volume tampungan} &= 8 \times 12 = 96 \text{ m}^3 \\ \text{Efektivitas PAH terhadap banjir} &= \frac{96}{316,522} \times 100\% \\ &= 30,33\% \end{aligned}$$

Untuk curah hujan maksimum dan minimum besar efektivitas yaitu sama, hal ini dikarenakan skenario untuk tampungan tidak berubah. Berikut rekapitulasi perhitungan untuk efektivitas sistem PAH terhadap limpasan air hujan dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Rekapitulasi Efektivitas Sistem PAH Terhadap Limpasan Air Hujan

Nama Saluran	Vol. Limpasan m ³	1 m ³	Efektivi- tas %	2 m ³	Efektivi- tas %	3 m ³	Efektivi- tas %
S14	364,41	128	35,13	54	14,82	16	4,39
S20	154,44	48	31,08	20,25	13,11	6	3,88
S21	237,57	64	26,94	27	11,37	8	3,37
S25	316,52	96	30,33	40,5	12,8	12	3,79
S34	631,84	80	12,66	33,75	5,34	10	1,58
S45	390,36	88	22,54	37,13	9,51	11	2,82
S72	672,03	144	21,43	60,75	9,04	18	2,68
S84	598,19	120	20,06	50,63	8,46	15	2,51
S91	363,59	144	39,61	60,75	16,71	18	4,95
S112	1141,54	288	25,23	121,5	10,64	36	3,15
S211	904,32	248	27,42	104,63	11,57	31	3,43
S285	279,46	224	80,16	94,5	33,82	28	10,02



Gambar 8. Grafik Perbandingan Antara Volume Tampungan dan Efektivitas

Pada **Gambar 8** dapat dilihat untuk skenario 1 rata-rata memiliki efektivitas yang tinggi, hal ini dipengaruhi oleh besarnya kapasitas tampungan. Maka jika kapasitas tampungan semakin besar maka efektivitas akan semakin besar dan akan lebih berdampak dalam pengurangan limpasan air hujan.

4. Simpulan

Dari penelitian sistem penampungan air hujan di Perumahan Sutorejo didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketersediaan air Perumahan Sutorejo ketika curah hujan maksimum terjadi pada tahun 2016 sebesar 9325,701 m³ dan ketika curah hujan minimum pada tahun 2018 sebesar 3781,976 m³.
2. Kebutuhan air baku untuk satu orang yaitu sebesar 117,76 lt atau 0,118 m³/org/hari, jika diasumsikan dalam satu rumah terdapat 4 orang maka kebutuhan air baku untuk satu bangunan rumah yaitu sebesar 0,471 m³/hari.
3. Sistem PAH dimana air hujan yang jatuh di atap akan dialirkan dari talang dan pipa yang kemudian masuk ke dalam tampungan atau *ground reservoir*. Tampungan yang digunakan mengacu pada SNI 03-6481-2000 dengan dengan 3 skenario yaitu skenario 1 tampungan berkapasitas 8 m³ dengan masing-masing panjang, lebar, dan tinggi 2 m, lalu skenario 2 tampungan berkapasitas 3,375 m³ dengan panjang, lebar, dan tinggi 1,5 m, dan skenario 3 berkapasitas 1 m³ dengan panjang, lebar, dan tinggi 1 m. Untuk skenario 1 dapat memenuhi kebutuhan air baku selama 339 hari dalam satu tahun ketika curah hujan maksimum, sedangkan untuk curah hujan minimum hanya 156 hari. Skenario 2 dapat memenuhi kebutuhan air baku selama 291 hari ketika curah hujan maksimum, sedangkan untuk curah hujan minimum hanya 141 hari. Skenario 3 dapat memenuhi kebutuhan air baku selama 194 hari ketika curah hujan maksimum, sedangkan untuk curah hujan minimum hanya 90 hari. Dari ketiga skenario yang digunakan didapatkan bahwa skenario 1 lebih berpengaruh dalam memenuhi kebutuhan air baku.
4. Efektivitas dari sistem PAH terhadap pengurangan limpasan air hujan yang terjadi pada perumahan Sutorejo untuk skenario 1 yaitu sebesar 12,66% - 80,16%, untuk skenario 2 sebesar 8,463% - 33,82%, untuk skenario 3 sebesar 1,58% - 10,02%. Dari ketiga skenario yang digunakan didapatkan bahwa skenario 1 dengan kapasitas tampungan 8 m³ lebih berpengaruh dalam mengurangi limpasan air hujan.

Daftar Pustaka

- [1] Suripin, "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan," Yogyakarta: Andi, 2004.
- [2] Abdulla Fayez A., AW Al-Shareef, "Roof Rainwater Harvesting Systems for Household Water Supply in Jordan," *Desalination*, vol. 243, pp. 195-207, July. 2009.
- [3] Nazharia, C. dan Sri, M, "Perhitungan Pembiayaan Pemanenan Air Hujan sebagai Sistem Penyediaan Air Bersih dalam Berbagai Skala di Kelurahan Sukajadi Kota Dumai," *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B SAPPK*, vol. 2, pp. 79-88, 2014.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "Sistem Plumbing," *SNI No. 6481:2000*, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 2000.
- [5] Poediastoeti. H, "Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik," Universitas Islam Sultan Agung, 2012.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, "Sistem Plumbing Pada Bangunan Gedung," *SNI No. 8153-2015*, Badan Standardisasi Nasional: Jakarta, 2015.
- [7] Ilham Ali, "Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater Harvesting System) di Perumahan Bone Biru Indah Permai Kota Watampone Dalam Rangka Penerapan Sistem Drainase Berkelanjutan," Universitas Brawijaya Malang, 2017.
- [8] Azizatul Nafiah, "Pemanenan Air Hujan Sebagai Upaya Pengurangan Limpasan Permukaan Pada Kawasan Perkotaan," Universitas Jember, 2022.
- [9] Zahrul Ichsan, "Rancangan Sistem Pemanenan Air Hujan Untuk Rumah Toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh," Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, 2020.
- [10] Fauziah Ismahyanti, "Perencanaan Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH) Dalam Mendukung Penerapan Ecodrain di Kampus B Universitas Negeri Jakarta," Universitas Negeri Jakarta, 2021.
- [11] Denik Krisnayanti, "Efisiensi Pemanfaatan Air Dengan Sarana Penampungan Air Hujan Pada Rumah Warga Kota Kupang," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 165-178, 2018.
- [12] Akhmadi Raharjo, "Simulasi Pengurangan Limpasan Permukaan Menggunakan Sistem Pemanenan Air Hujan Sederhana di Kawasan Penyangga Perkotaan," *Jurnal Alami*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [13] Supli Rahim, "Pemanenan Air Hujan dan Prediksi Aliran Limpasan Dari Atap dan Halaman Rumah Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih," Universitas Sriwijaya Indralaya, Sumatera, 2018.

Halaman ini sengaja dikosongkan