



## Implementasi *Rain Garden Infiltration* untuk Mencapai Pembangunan Berkelanjutan dalam Pengelolaan Air Hujan

<sup>1</sup>Ade Jaya Saputra, <sup>2</sup>Josephine

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Universitas Internasional Batam

<sup>1</sup>ade.jaya@uib.ac.id

### Abstract

The development of the infrastructure sector has an impact on increasing surface runoff so that flooding can occur and the reduction of green areas that are used as facilities for human life. This study aims to provide an alternative in reducing surface runoff that occurs in San Dona Housing, Batam City. The method used in this research is the rain garden infiltration method. In the rain garden infiltration method, the concept of reforestation is also applied so that it can support sustainable development. The data used in this study is in the form of primary data, namely a review of soil conditions and secondary data in the form of rainfall data and technical data for housing in San Dona, Batam City. The analysis carried out in this research is the analysis of hydrology and permeability. The results obtained are that the presence of a rain garden infiltration with a surface area between 1.50 m<sup>2</sup> to 3.00 m<sup>2</sup> with a depth of 1.2 meters can reduce surface runoff by 515.878 m<sup>3</sup> (31%) from 1651.52 m<sup>3</sup> to 1135.642 m<sup>3</sup>. The results of the analysis show that rain garden infiltration is quite effective in reducing surface runoff and realizing sustainable development.

Keywords: surface runoff, infiltration, rain garden, sustainable development

### Abstrak

Perkembangan bidang infrastruktur berdampak pada meningkatnya limpasan permukaan sehingga dapat terjadi banjir dan berkurangnya wilayah hijau yang dijadikan sebagai fasilitas bagi kehidupan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif dalam mengurangi limpasan permukaan yang terjadi di Perumahan San Dona, Kota Batam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode *rain garden infiltration*. Pada metode *rain garden infiltration* ini juga diterapkan konsep penghijauan sehingga dapat mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah berupa data primer yaitu peninjauan kondisi tanah serta data sekunder yaitu berupa data curah hujan dan data teknis perumahan San Dona, Kota Batam. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis hidrologi dan permeabilitas. Hasil yang didapatkan yaitu dengan adanya *rain garden infiltration* dengan luas permukaan antara 1.50 m<sup>2</sup> hingga 3.00 m<sup>2</sup> dengan kedalaman 1.2 meter dapat mengurangi limpasan permukaan sebesar 515.878 m<sup>3</sup>. (31%) dari 1651.52 m<sup>3</sup> menjadi 1135.642 m<sup>3</sup>. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa *rain garden infiltration* cukup efektif dalam mengurangi limpasan permukaan serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

Kata kunci: limpasan permukaan, infiltrasi, rain garden, pembangunan berkelanjutan

### 1. Pendahuluan

Perkembangan bidang infrastruktur pada saat ini, baik dalam negeri maupun luar negeri, menunjukkan peningkatan secara positif setiap tahunnya. Perkembangan infrastruktur

residensial beserta non-residensial merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan suatu negara. Oleh karena itu, dorongan dari pemerintah untuk terus mengembangkan infrastruktur sudah tidak mengherankan lagi. Namun, dengan adanya perkembangan

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

infrastruktur tersebut, ketersediaan lahan di berbagai negara semakin berkurang seperti halnya yang terjadi di Kota Batam. Selain itu perkembangan penduduk di kota Batam juga mengakibatkan peningkatan frekuensi terjadinya banjir. Meningkatnya pembangunan kawasan residensial dan non-residensial mengakibatkan berkurangnya wilayah hijau yang telah diubah menjadi wilayah perkerasan. Wilayah perkerasan yang terus bertambah ini mengakibatkan air tidak dapat terserap oleh tanah sehingga menyebabkan jumlah limpasan yang terus meningkat setiap tahunnya. Selain itu perkembangan penduduk di kota Batam juga mengakibatkan peningkatan frekuensi terjadinya limpasan [1]. Kandungan air tanah yang merupakan hasil dari infiltrasi air hujan semakin berkurang karena terhalang oleh lapisan perkerasan. Laju infiltrasi yang rendah menyebabkan sebagian besar air hujan yang jatuh ke tanah akan menjadi aliran permukaan dan hanya sebagian kecil air yang dapat masuk ke dalam tanah sebagai simpanan air tanah [2].

Untuk menghadapi permasalahan tersebut, berbagai metode telah dikembangkan oleh para peneliti untuk menemukan solusi yang tepat. Beberapa penelitian sebelumnya menerapkan metode infiltrasi ataupun sistem *permeable pavement* pada wilayah yang rawan banjir maupun rentan digenangi air pada saat hujan deras. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan kadar limpasan permukaan yang menurun secara efektif. Salah satu metode yang dikembangkan adalah penggunaan sumur resapan. Sumur resapan ini telah diterapkan untuk mengurangi limpasan dan genangan yang terjadi di kawasan-kawasan tertentu dengan permeabilitas tanah yang rendah. Sumur resapan menerapkan sistem infiltrasi

sebagai alternatif untuk mengendalikan limpasan permukaan serta genangan di wilayah dengan elevasi yang lebih rendah [3].

Akan tetapi, bidang infrastruktur saat ini berusaha mewujudkan *sustainable development* atau pembangunan berkelanjutan, dengan salah satu elemen pentingnya yaitu konservasi sumber daya alam. Oleh karena itu, salah satu langkah kecil yang dapat dilakukan masyarakat adalah dengan melaksanakan penghijauan dimulai dari lingkungan hidup masyarakat itu sendiri. Dalam menemukan solusi untuk mengurangi limpasan yang dapat membantu terwujudnya pembangunan berkelanjutan, maka sistem *infiltration rain garden* dapat diterapkan. Sistem *rain garden* sering direkomendasikan sebagai salah satu bentuk manajemen limpasan air hujan menggunakan sejenis taman yang mampu mendorong penyerapan air [4]. *Rain garden* atau taman hujan merupakan sebuah taman multifungsi yang mempunyai banyak manfaat yaitu selain sebagai daerah resapan juga dapat memperindah tampilan suatu lingkungan [5].

Praktek infiltrasi seperti *rain garden* ini menawarkan pendekatan secara efektif dalam menghadapi permasalahan penurunan kadar air tanah *rain garden* berfungsi untuk menangkap air yang mengalir dari wilayah sekitarnya dengan lapisan atau bahan permukaan yang tahan air (*impervious*) [6]. *Rain garden* merupakan sistem infiltrasi yang menyediakan kontrol terhadap volume dan kualitas air, meningkatkan penyediaan kembali air, serta memberi manfaat dalam segi ekologi, landscape, dan ekonomi [6]. Metode *rain garden* menyatakan bahwa tanah dengan

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

tanaman dapat mengurangi limpasan serta meningkatkan kualitas air dibandingkan dengan kondisi tanah yang kosong tanpa tanaman [7]. Penelitian mengenai pemodelan sistem *infiltration rain garden* dilakukan di Kota Sentul dengan metode yang digunakan meliputi pemetaan kondisi existing lapangan, analisis lama penggunaan *rain garden*, perhitungan dimensi *rain garden*, serta permodelan *rain garden* itu sendiri. Hasil analisis didapatkan dimensi *rain garden* dipengaruhi oleh jenis tanah, topografi, daerah tangkapan air, dan volume limpasan di lapangan. Penerapan *infiltration rain garden* dilakukan pada penelitian [8]. Metode *rain garden* di daerah perkotaan juga dapat mengontrol limpasan air hujan serta dapat memberi manfaat dengan menyaring polutan yang terkandung pada limpasan air hujan serta memiliki efektivitas tinggi dalam menghilangkan kandungan kimia yang mengakibatkan polusi dalam air [9] [10].

Dengan semakin berkurangnya penghijauan di wilayah-wilayah padat penduduk di wilayah perkotaan terutama di Kota Batam, permasalahan seperti limpasan, genangan, dan banjir semakin banyak ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini penulis akan membahas mengenai implementasi *infiltration rain garden* untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan pada *stormwater management* di Perumahan San Dona, Kota Batam. Penelitian ini diharapkan dapat memperkenalkan sistem infiltrasi air hujan ke dalam tanah melalui *infiltration rain garden* untuk mendorong pembangunan berkelanjutan di Kota Batam serta memberikan solusi atas permasalahan peningkatan limpasan, genangan, dan banjir di Kota Batam.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Perumahan San Dona, Jl. Gajah Mada, Kota Batam, Kepulauan Riau. Lokasi ditentukan berdasarkan pertimbangan kondisi wilayah perumahan San Dona yang mengalami banjir ataupun genangan yang cukup tinggi pada saat hujan deras.

### 2.2. Metode Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian ini, metode pengumpulan data yang digunakan antara lain:

- a. Pengumpulan data melalui studi literatur, baik dari buku, majalah, artikel, jurnal, skripsi, tesis, ataupun berbagai jenis media atau karya ilmiah lainnya yang mendukung penelitian penulis.
- b. Pengumpulan data melalui badan usaha terdaftar untuk memperoleh hasil penelitian yang lebih akurat.
- c. Studi lapangan ataupun observasi secara langsung di lokasi penelitian untuk memperoleh data yang akan dijadikan pedoman atau landasan penulis selama penelitian.
- d. Pengumpulan data melalui wawancara ataupun tanya jawab dengan pihak yang bersangkutan serta memiliki pengalaman ataupun wawasan dalam objek penelitian.

### 2.3. Ketersediaan Data

Secara umum, data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data primer dan sekunder, yang diuraikan dalam Tabel 1 berikut ini.

---

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

Tabel 1. Ketersediaan Data Penelitian

No	Jenis Data	Sumber	Keterangan
A	Data Primer		
	- Permeabilitas Tanah	Observasi	Keadaan tanah
B	- Data Hidrologi	Observasi	Kondisi lokasi penelitian
	Data Sekunder		
	- Curah Hujan	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika	Data curah hujan kota Batam tahun 2009-2018
	- Data Lokasi Penelitian	Perkumpulan Pengurus Perumahan Sandona	Site plan perumahan San Dona

#### 2.4. Tahapan Analisis Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian, terdapat tahapan penelitian beserta analisis terhadap data yang diperoleh. Penelitian dimulai dengan adanya studi literatur mengenai sistem infiltrasi dan rain garden secara umum, yang kemudian dilanjutkan dengan penentuan lokasi penelitian. Kemudian data seperti curah hujan dan kondisi lokasi penelitian dikumpulkan dan dilakukan analisis untuk memperoleh jumlah debit existing dan debit rencana. Selanjutnya dilakukan perhitungan volume andil banjir (Vab) dan volume air hujan yang meresap yang mengacu pada SNI 03-2453-2002 [11] dengan menggunakan persamaan 1 dan 2.

$$Vab = 0.85 \times C \times A \times I \quad (1)$$

dimana Vab adalah Volume andil banjir (m<sup>3</sup>), C adalah Koefisien limpasan, A adalah Luas daerah pengaliran (m<sup>2</sup>), I adalah Tinggi hujan harian rata-rata (mm/hari).

$$Vrsp = (te/24) \times A \times K \quad (2)$$

dimana Vrsp adalah Volume air hujan yang meresap (m<sup>3</sup>), te adalah Durasi Hujan = 0.9 R 0.92/60 (jam), A adalah Luas permukaan sumur (m<sup>2</sup>), K adalah Koefisien permeabilitas tanah (m/hari).

Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil perhitungan Volume andil banjir (Vab) dan Volume air hujan yang meresap (Vrsp). Dari hasil perbandingan Vab dan Vrsp tersebut dilakukan perancangan *rain garden* yang dapat mengurangi volume limpasan permukaan sesuai dengan debit limpasan yang direncanakan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Analisis Curah Hujan

Data curah hujan yang akan digunakan sebagai data analisis adalah curah hujan Kota Batam selama 10 tahun, yakni tahun 2009 hingga tahun 2018 yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam [12]. Data curah hujan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum Harian Tahun 2009 – 2018 Kota Batam

Tahun	Bulan					
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
2009	5.2	22.2	99.3	36.6	45.5	89.2
2010	18	23	83.4	50.7	58.2	37.4
2011	279.5	4.3	30.8	64.4	19.5	42.1
2012	0.3	2.7	77.6	30.9	39.9	6.8
2013	4.9	1.5	10.5	55	36.2	4.5
2014	6.3	0	29.6	57.7	47	41.3
2015	0	28.4	35.6	38.5	60.1	30.6
2016	0	109	9.7	17.5	61.9	45.5
2017	0	16	149.3	48.3	92.6	43.5
2018	74.5	5	39.6	51.2	34.5	45.7

Sumber: BMKG, 2018

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum Harian Tahun 2009 – 2018 Kota Batam (lanjutan)

Tahun	Bulan						Maks
	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
2009	34.2	40.4	69	36.2	65.4	49.1	99.3
2010	30.4	31.2	94.1	61.2	50.5	23.2	94.1
2011	67.8	91.4	70.8	110.8	163.3	53.7	279.5

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

201 2	4.6	0.1	5.6	11.6	3.6	11.2	77.6
201 3	8.6	19.7	18.1	2.5	64.5	46.4	64.5
201 4	39.4	76.4	60.5	7.8	59.4	116.7	116.7
201 5	15	46	18.1	58	68.2	50.6	68.2
201 6	67	36.6	18.5	55.9	104.2	0	109
201 7	19.3	87	38.7	64.5	155.7	36.2	155.7
201 8	15	92.9	48.3	27.5	84.5	65.5	92.9

Sumber: BMKG, 2018

Curah hujan tertinggi di Kota Batam pada tahun 2009 hingga 2018 berkisar dari 68.2 mm hingga 279.5 mm. Curah hujan maksimum harian tertinggi terjadi pada bulan Januari tahun 2011. Data curah hujan yang diperoleh kemudian dilakukan analisis frekuensi curah hujan untuk diperoleh hujan rencana pada periode ulang tertentu. Analisis distribusi frekuensi dilakukan dengan distribusi Normal, distribusi Gumbel Type I, distribusi Log Normal, dan Distribusi Log Pearson Type III.

### 3.2. Penentuan Curah Hujan Rencana

Sebagai tahapan awal dari analisis, data curah hujan terlebih dahulu diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil. Statistik dasar berupa jumlah data, nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien skewness, koefisien kurtosis, koefisien variasi, beserta nilai tengah dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis curah hujan kemudian dilakukan pengujian kecocokan menggunakan uji Smirnov-Kolmogorov untuk mendapatkan nilai curah hujan yang sesuai dengan penelitian. Hasil pengujian Smirnov-Kolmogorov ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Perhitungan Statistik

m	$P=m/(N+1)$	Tahun	Curah hujan (mm)	Ln Curah hujan (mm)
1	0.091	2011	279.5	5.633
2	0.182	2017	155.7	5.048
3	0.273	2014	116.7	4.760
4	0.364	2016	109	4.691
5	0.455	2009	99.3	4.598
6	0.545	2010	94.1	4.544
7	0.636	2018	92.9	4.532
8	0.727	2012	77.6	4.352
9	0.818	2015	68.2	4.222
10	0.909	2013	64.5	4.167
<b>Jumlah Data</b>			10	10
<b>Nilai Rerata (Mean)</b>			115.750	4.655
<b>Standar Deviasi</b>			63.299	0.431
<b>Koefisien Skewness</b>			2.262	1.337
<b>Koefisien Kurtosis</b>			5.670	2.245
<b>Koefisien Variasi</b>			0.547	0.093
<b>Nilai Tengah</b>			96.700	4.571

Tabel 4. Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov

Curah hujan (mm)	m	$'=m/(N+1)$	Normal		Log Normal	
			$P(x>=X_m)$	Do	$P(x>=X_m)$	Do
279.5	1	0.091	0.005	0.086	0.012	0.079
155.7	2	0.182	0.264	0.082	0.181	0.001
116.7	3	0.273	0.494	0.221	0.404	0.131
109	4	0.364	0.542	0.179	0.466	0.102
99.3	5	0.455	0.603	0.148	0.552	0.098
94.1	6	0.545	0.634	0.088	0.601	0.056
92.9	7	0.636	0.641	0.005	0.612	0.024
77.6	8	0.727	0.727	0.001	0.759	0.032
68.2	9	0.818	0.774	0.044	0.842	0.024
64.5	10	0.909	0.791	0.118	0.871	0.038
<b>DKritik=</b>	0.41			0.221		0.131
				<b>Diterima</b>	<b>Diterima</b>	

Tabel 4. Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov (lanjutan)

Curah hujan (mm)	m	$'=m/(N+1)$	Gumbel		Log Pearson III	
			$P(x>=X_m)$	Do	$P(x>=X_m)$	Do
279.5	1	0.091	0.020	0.071	0.033	0.058
155.7	2	0.182	0.221	0.039	0.160	0.022
116.7	3	0.273	0.423	0.151	0.325	0.052

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

109	4	0.364	0.475	0.111	0.380	0.016
99.3	5	0.455	0.543	0.089	0.465	0.011
94.1	6	0.545	0.581	0.036	0.520	0.026
92.9	7	0.636	0.590	0.046	0.533	0.103
77.6	8	0.727	0.704	0.024	0.737	0.010
68.2	9	0.818	0.770	0.048	0.878	0.060
64.5	10	0.909	0.795	0.114	0.929	0.019
<b>DKritik=</b>	0.41			0.151		0.103
				<b>Diterima</b>		<b>Diterima</b>

Berdasarkan hasil pengujian Smirnov-Kolmogorov pada Tabel 4, dengan menggunakan nilai delta kritik 0.410 ke empat distribusi dapat diterima menggunakan uji Smirnov-Kolmogorov karena memiliki nilai  $D_o > D_{kritik}$ . Distribusi terbaik menurut uji Smirnov-Kolmogorov adalah distribusi Log Pearson III karena memiliki nilai  $D_o$  terkecil dibandingkan distribusi lainnya, yaitu sebesar 0.103. Hasil analisis frekuensi terpilih yaitu distribusi Log Pearson Type III memiliki curah hujan rencana 101.62 mm pada periode ulang 2 tahun hingga 173.04 mm pada periode ulang 100 tahun yang ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Kala Ulang Distribusi Log Pearson

No	Kala Ulang (Tahun)	Log X	K	S	Log XT	XT
1	2	2.021	-0.217	0.187	1.981	95.697
2	5	2.021	0.712	0.187	2.155	142.823
3	10	2.021	1.338	0.187	2.272	187.016
4	20	2.021	1.987	0.187	2.393	247.391
5	50	2.021	2.685	0.187	2.524	334.141
6	100	2.021	3.238	0.187	2.628	424.154

### 3.3. Analisis Volume Andil Banjir

Berdasarkan hasil analisis curah hujan dan penentuan curah hujan dengan uji Smirnov-Kolmogorov, maka nilai curah hujan rencana yang akan digunakan adalah hasil distribusi Log Pearson III pada periode ulang 5 tahun, yaitu 142.82 mm/hari. Volume andil banjir ( $V_{ab}$ ) dihitung menggunakan nilai koefisien aliran permukaan (C) untuk atap rumah sebesar 0.95

dan nilai I yang diperoleh dari hasil distribusi curah hujan sebesar 142.82 mm/hari. Berdasarkan tipe rumah yang terdapat di perumahan San Dona, maka perhitungan dipisah berdasarkan luas atap masing-masing rumah. Perhitungan volume andil banjir menggunakan Persamaan 1 di mana  $V_{ab}$  merupakan hasil perkalian  $0.85 \times C \times A \times I$ . Sebagai contoh, untuk rumah dengan luas atap 50 m<sup>2</sup>:

$$V_{ab} = 0.85 \times 0.95 \times 50 \times 142.85 \\ = 5.77 \text{ m}^3$$

Sehingga diperoleh  $V_{ab}$  sebesar 5.77 m<sup>3</sup>. Volume andil banjir yang diperoleh kemudian dikalikan lagi dengan jumlah rumah dengan ukuran atap yang sama. Perhitungan volume andil banjir ( $V_{ab}$ ) dengan setiap luasan atap yang berbeda kemudian ditotalkan sehingga diperoleh  $V_{ab}$  total sebesar 1651.52 m<sup>3</sup>. Rekapitulasi perhitungan volume andil banjir ( $V_{ab}$ ) total yang diakibatkan oleh limpasan permukaan atap rumah di Perumahan San Dona, Batam, ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Volume Andil Banjir Atap Rumah Perumahan San Dona

C	I (mm/hari)	Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Jumlah Rumah	V <sub>ab</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>ab</sub> total (m <sup>3</sup> )
0.95	142.82	50	112	5.77	645.85
0.95	142.82	60	16	6.92	110.72
0.95	142.82	80	67	9.23	618.17
0.95	142.82	100	24	11.53	276.79
<b>Jumlah</b>			<b>219</b>		<b>1651.52</b>

### 3.4. Uji Permeabilitas

Uji permeabilitas dilakukan dengan menghitung jumlah waktu yang dibutuhkan pada setiap penurunan tinggi muka air. Waktu pengamatan dihitung dalam satuan detik pada setiap penurunan 1 cm yang kemudian dikonversi ke dalam menit sehingga mengetahui faktor resapan dalam satuan menit/cm. Nilai faktor

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

peresapan yang digunakan merupakan faktor peresapan rata-rata selama pengamatan. Uji permeabilitas tanah untuk memperoleh faktor resapan terlihat pada Tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Uji Permeabilitas Tanah

No	Tinggi Muka Air (cm)	Waktu (detik)	Selisih	Faktor Peresapan (menit/cm)
1	30	0	0	0.00
2	29	191	191	3.18
3	28	379	188	2.13
4	27	576	197	3.28
5	26	762	186	3.10
6	25	962	200	3.33
7	24	1163	201	3.35
8	23	1367	204	3.40
9	22	1576	209	3.48
10	21	1791	215	3.58
11	20	2010	219	3.65
12	19	2232	222	3.70
13	18	2453	221	3.68
14	17	2677	224	3.73
15	16	2903	226	3.77
				3.23

### 3.5. Volume Resapan

Faktor resapan kemudian akan digunakan untuk menghitung volume resapan yang dapat terjadi di lokasi penelitian. Ukuran luas permukaan rain garden direncanakan sebesar 3% dari luas atap rumah masing-masing tipe dengan kedalaman yang ditentukan adalah sedalam 1.2 meter. Hasil perhitungan volume resapan dapat dilihat pada Tabel 8.

Volume resapan ( $V_{rsp}$ ) dihitung berdasarkan Persamaan 2 dimana volume resapan diperoleh dari perkalian durasi hujan dalam satuan jam dikali dengan luas permukaan sumur dikali dengan koefisien permeabilitas tanah dalam satuan meter per hari. Durasi hujan dapat dihitung dengan 0.9 dikali dengan nilai curah hujan rencana dikali dengan 0.92 yang kemudian dikonversikan ke dalam satuan hari. Luas permukaan yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari perkalian panjang dan lebar rain garden yang dirancang,

Tabel 8. Volume Resapan Lahan perumahan San Dona

Luas Atap ( $m^2$ )	Luas Permukaan ( $m^2$ )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas Total ( $m^2$ )	$V_{rsp}$ ( $m^3$ )	$V_{rsp}$ Total ( $m^3$ )
50	1.50	1.50	1.00	1.20	7.50	2.01	225.08
60	1.80	1.80	1.00	1.20	8.52	2.28	36.53
80	2.40	2.00	1.20	1.20	10.08	2.70	180.96
100	3.00	2.00	1.50	1.20	11.40	3.05	73.31
							515.88

Nilai koefisien permeabilitas tanah diperoleh dari hasil uji permeabilitas tanah. Nilai koefisien permeabilitas adalah nilai perbandingan  $1/\text{faktor resapan}$ . Sehingga dalam penelitian ini, permeabilitas yang diperoleh adalah sebesar 0.31 cm/menit. Hasil yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam satuan m/jam sehingga nilai koefisien permeabilitas yang digunakan adalah 4.46 m/jam. Dalam penelitian ini, nilai durasi hujan ( $t_e$ ) diperoleh dari  $0.9 \times 142.82 \times 0.92 / 60 / 24$  sehingga didapatkan  $t_e$  sebesar 0.06. Sebagai contoh pada tabel barisan pertama, dengan luas permukaan total rain garden sebesar  $7.50 \text{ m}^2$  dan koefisien permeabilitas tanah sebesar 4.46 m/jam, maka volume resapan yang didapat adalah  $2.01 \text{ m}^3$ . Nilai volume resapan yang diperoleh kemudian dikalikan dengan jumlah rumah yang memiliki luas atap yang sama. Perhitungan dilaksanakan hingga volume resapan untuk setiap unit telah diperoleh dan ditotalkan.

Dengan nilai volume resapan sebesar  $515.88 \text{ m}^3$  dan volume andil banjir  $1651.52 \text{ m}^3$ , diperoleh volume andil banjir apabila diterapkan sistem *rain garden infiltration* adalah  $1651.52 \text{ m}^3 - 515.88 \text{ m}^3$ , yaitu  $1135.64 \text{ m}^3$ . Sehingga dengan adanya rancangan rain garden dapat mengurangi volume limpasan permukaan yang terjadi sebanyak 31% dengan rumus volume resapan/volume andil banjir atap =  $515.88/1651.52 \times 100 \% = 31\%$ . Limpasan permukaan yang terjadi dapat berkurang akibat adanya proses infiltrasi melalui rain garden dan

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

limpasan yang tidak terinfiltrasi dapat meluap ke saluran existing sehingga kawasan lokasi penelitian dapat mengurangi resiko banjir beserta genangan air yang berlebihan.

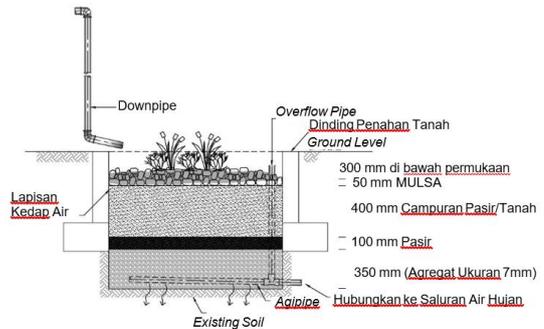
### 3.6 Perancangan dan Spesifikasi Rain Garden

Secara umum, luas permukaan rain garden berkisar dari 2-4% dari ukuran luas wilayah limpasan yang akan ditangkap. Dengan kondisi lokasi penelitian yang merupakan wilayah perumahan dengan lahan terbatas, maka ukuran rain garden yang dirancang adalah luas permukaan sebesar 3% dari luas atap. Idealnya, rain garden perlu dirancang sedekat mungkin dengan sumber limpasan. Selain itu, lahan terbuka untuk masing-masing rumah di wilayah perumahan cukup terbatas, maka diperlukan adanya lapisan kedap air. Lapisan kedap air tersebut dapat dilakukan dengan adanya PVC liner agar air tidak merembes dan merusak struktur existing di sekitarnya.

Tabel 9. Ukuran Rancangan Rain Garden

Luas Atap (m <sup>2</sup> )	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
50	1.5	1.5	1.0	1.2
60	1.8	1.8	1.0	1.2
80	2.4	2.0	1.2	1.2
100	3.0	2.0	1.5	1.2

Ilustrasi rancangan rain garden pada perumahan San Dona, Kota Batam, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Rancangan Rain Garden

Pada Gambar 1 dapat terlihat adanya *overflow pipe* yang berfungsi untuk mengalirkan air berlebih yang melebihi kapasitas rain garden. Setiap lapisan pada rain garden memiliki fungsi tersendiri, akar tumbuhan dapat membantu penyerapan air. Kemudian campuran tanah pasir lepas membantu infiltrasi dan mempermudah pertumbuhan akar. Lapisan kerikil dan mulsa penutup membantu menghindari pengikisan permukaan rain garden dan menahan kadar air dalam tanah. Air berlebih yang telah tersaring akan dialirkan ke saluran menuju DAS terdekat.

## 4. Kesimpulan

Perumahan San Dona dengan luas atap total sebesar 1.43 ha dan dengan curah hujan rencana Kota Batam sebesar 142.82 mm/hari, menyebabkan volume andil banjir sebesar 1651.52 m<sup>3</sup>. Dengan adanya *rain garden infiltration* dengan luas permukaan yang berkisar dari 1.50 m<sup>2</sup> hingga 3.00 m<sup>2</sup> beserta kedalaman 1.20 meter, limpasan permukaan yang terjadi dapat berkurang sebanyak 515.88 m<sup>3</sup>. Penerapan *rain garden infiltration* efektif dalam mengurangi limpasan permukaan yang terjadi. Limpasan permukaan dapat berkurang sebanyak 31%, dari 1651.52 m<sup>2</sup> menjadi 1135.642 m<sup>2</sup> apabila diterapkan sistem *rain garden infiltration*. Selain membantu dalam

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022

pengolahan air hujan, *rain garden infiltration* juga memberi fungsi estetika serta mendorong penghijauan dan mengurangi kadar polutan sehingga mewujudkan pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

### Ucapan Terimakasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada LPPM Universitas Internasional Batam yang telah memberikan bantuan Hibah penelitian hingga penelitian ini dapat terlaksana.

### Daftar Rujukan

- [1] A. J. Saputra and P. Fu, "Analisis Penerapan Sistem Rainwater Tank Di Perumahan Citra Indah Batam Center," *Inersia J. Tek. Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 31–40, 2021.
- [2] Asrul, Yumma, and S. M. Ayu, "Laju Infiltrasi Pada Penggunaan Lahan Di IUPHKM Hutan Lindung Tandung Billa Kelurahan Battang," *J. Penelit. Kehutan. Bonita*, vol. 3, pp. 35–44, 2021.
- [3] L. Bahunta, D. R. Santoso, and B. Waspodo, "Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor (The Design of Infiltration Wells to Reduce Runoff in Babakan Village, Cibinong, Bogor Regency)," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan*, vol. 04, no. 01, pp. 37–48, 2019.
- [4] M. E. Dietz and J. C. Clausen, "A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment," *Water. Air. Soil Pollut.*, vol. 167, no. 1–4, pp. 123–138, 2005.
- [5] I. Jufianto, J. Ikhsan, and B. Barid, "Analisis Pengaruh Metode Taman Hujan dalam Menurunkan Debit dan Kekeruhan Air Limpasan Permukaan," *Semesta Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 131–138, 2018.
- [6] A. R. Dussailant, C. H. Wu, and K. W. Potter, "Richards Equation Model of a Rain Garden," *J. Hydrol. Eng.*, vol. 9, no. 3, pp. 219–225, 2004.
- [7] B. Barid, "Pengaruh Model Infiltrasi Sederhana Menggunakan Konsep Rain Garden terhadap Debit dan Kekeruhan Air Limpasan Akibat Hujan," *Pengaruh Model Infiltrasi Sederhana Menggunakan Konsep Rain Gard. terhadap Debit dan Kekeruhan Air Limpasan Akibat Hujan*, vol. 20, no. 1, pp. 33–41, 2015.
- [8] A. Syafriana and H. S. Arifin, "Rain Garden Model for Stormwater Management in Sentul City, Bogor, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 477, no. 1, 2020.
- [9] N. Annisa, R. Riduan, and H. Prasetia, "Aplikasi Rain Garden Untuk Memperindah Dan Meningkatkan," *Jukung J. Tek. Lingkungan*, vol. 2, no. 2, pp. 22–37, 2016.
- [10] H. Yang, W. A. Dick, E. L. McCoy, P. L. Phelan, and P. S. Grewal, "Field evaluation of a new biphasic rain garden for stormwater flow management and pollutant removal," *Ecol. Eng.*, vol. 54, pp. 22–31, 2013.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, *Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*. 2002.
- [12] BMKG, "Data Curah Hujan," 2018.

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 20-04-2022 | Selesai Revisi : 26-04-2022 | Diterbitkan Online : 27-04-2022