

Kajian *Green Infrastructure* dalam Upaya Menambah Ketersediaan Air Tanah di Kota Bandung

Atha Retha Hanani*, Hilwati Hindersah

Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*hananiatha@gmail.com, hilwati@unisba.ac.id

Abstract. Water is a natural resource that is a basic need for all living things, especially humans. Groundwater is one of the sources of water used by humans. However, the condition of groundwater in Bandung City is currently experiencing a decrease in the groundwater level caused by the use of unmeasured groundwater, while the catchment area is converted into housing. For this reason, this study aims to identify green infrastructure in increasing the availability of groundwater in the city of Bandung. In this study there are 2 stages. The first stage is the analysis of the potential location for the application of green infrastructure using intersect analysis on arcgis. The second stage is an analysis of the ability of green infrastructure to increase groundwater availability using the SCS TR-55 method. The results showed that the location that has the potential to apply infiltration basin is 790.278 Ha, the location that has the potential to be applied to infiltration trench is 171,599 Ha and the location that has the potential to apply bioretention is 264.873 Ha. The calculation results show that the infiltration pond can absorb 61% of the peak discharge, the infiltration ditch can absorb 41% of the peak discharge and the bioretention capacity of 46% of the peak discharge.

Keywords: *Groundwater, Green infrastructure, Bandung City.*

Abstrak. Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang menjadi kebutuhan pokok bagi seluruh makhluk hidup khususnya manusia. Air tanah adalah salah satu sumber air yang digunakan oleh manusia. Namun kondisi air tanah di Kota Bandung saat ini terjadi penurunan muka air tanah yang disebabkan oleh penggunaan air tanah yang tidak terukur sedangkan daerah resapan dialihfungsikan menjadi perumahan. Untuk itu penelitian ini bertujuan mengidentifikasi green infrastructure dalam menambah ketersediaan air tanah di Kota Bandung. Dalam penelitian ini terdapat 2 tahapan. Tahap yang pertama yaitu analisis lokasi potensi penerapan green infrastructure menggunakan analisis intersect pada arcgis. Tahap kedua yaitu analisis kemampuan green infrastructure dalam menambah ketersediaan air tanah menggunakan metode SCS TR-55. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi yang berpotensi diterapkan kolam resapan seluas 790,278 Ha, lokasi yang berpotensi diterapkan parit resapan seluas 171,599 Ha dan lokasi yang berpotensi diterapkan bioretensi seluas 264,873 Ha. Hasil perhitungan menunjukkan kolam resapan dapat meresapkan air sebesar 61% dari debit puncak, parit resapan dapat meresapkan air sebesar 41% dari debit puncak dan kemampuan bioretensi dalam meresapkan air 46% dari debit puncak.

Kata Kunci: *Air Tanah, Infrastruktur Hijau, Kota Bandung.*

A. Pendahuluan

Pemasalahan air akan selalu menarik untuk dibahas lebih lanjut, dikarenakan air merupakan salah satu sumberdaya alam yang menjadi kebutuhan pokok bagi seluruh makhluk hidup di permukaan bumi salah satunya manusia. Dengan adanya pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat maka air menjadi aset terpenting.

Salah satu sumber air yang dimanfaatkan manusia adalah air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan dalam ruang batuan dasar atau *regolith* yang dapat disebut aliran yang mengalir secara alami ke permukaan tanah melalui semburan atau rembesan [1]. Sebagian besar air tanah berasal dari hujan. Tetesan air hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, dan sebagian lagi ada yang secara perlahan mengalir ke laut atau mengalir ke sungai. Namun ketersediaan air tanah di Kota Bandung diprediksi oleh seorang ahli Geodesi ITB 50 tahun mendatang Kota Bandung mengalami krisis air tanah. Menurut PDAM Tirtawening bahwa ketersediaan air tanah di Kota Bandung saat ini hanya cukup untuk 1,2 juta jiwa, sedangkan penduduk kota Bandung mencapai 2,4 juta jiwa sehingga banyak penduduk yang kekurangan air bersih [2]. Kepala Seksi Konservasi Air, Tanah dan Hayati, DLHK Kota Bandung Salman Faruq pada tahun 2019 mengungkapkan saat ini kondisi air tanah dalam keadaan kritis. Setiap tahun terjadi penurunan muka air tanah 60-80%. Hal ini terjadi dikarenakan air tanah terus menerus dipergunakan secara tidak terukur/ eksploitasi secara berlebihan sedangkan daerah resapan yang berfungsi meresap air hujan untuk mengisi air tanah dialihfungsikan menjadi perumahan. Maka tidak ada daerah resapan untuk mengisi air tanah.

Mengingat permasalahan ini, maka diperlukan pendekatan inovatif yang bertujuan untuk menambah ketersediaan air tanah pada perkotaan. Terdapat perhatian yang meningkat mengenai hubungan pembangunan kota dan perlindungan lingkungan. Berbagai konferensi telah menegakkan usaha-usaha konservasi alam dalam kota-kota dan menegaskan tentang pentingnya pembangunan berkelanjutan pada pemukiman-pemukiman manusia, dengan fokus perbaikan ekologi[3]. Tantangan pembangunan berkelanjutan yang tidak hanya sekedar menyelesaikan permasalahan yang tidak dapat diselesaikan, tetapi juga tidak merusak alam[4]. Salah satu inovasi pembangunan berkelanjutan adalah *green infrastructure*. *Green infrastructure* yang merupakan salah satu inovasi yang telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan air di perkotaan melalui peningkatan infiltrasi[5]. *Green infrastructure* juga dapat meningkatkan lingkungan alami daerah perkotaan. Selain itu *green infrastructure* memiliki kelebihan yaitu pengelolaan air hujan perkotaan dengan terminologi pembangunan berdampak rendah, sistem drainase yang berkelanjutan dan desain perkotaan yang peka air. Fokus utama pada *green infrastructure* yaitu meningkatkan infiltrasi, seperti bioretensi, bioswales, perkerasan berpori, dan parit infiltrasi[5]. *Green infrastructure* adalah dengan melestarikan hutan alam dan vegetasi, jaringan infrastruktur yang saling berhubungan antara kawasan alami seperti lahan basah dan lanskap serta ruang terbuka dapat mengelola air hujan, mengurangi risiko banjir, dan secara alami meningkatkan kualitas air[6]. Salah satu kota yang telah melakukan penerapan *green infrastructure* yaitu Philadelphia, Pennsylvania, Amerika Serikat menggunakan *green infrastructure* jenis *sidewalk Planters* dan *perforated pipe*. Philadelphia mengandalkan hampir seluruh sistem *green infrastructure* yang menangkap air hujan, menggunakannya untuk mengairi pohon dan tanaman dan kemudian mendaur ulangnya kembali ke air tanah[7].

Berdasarkan uraian diatas, untuk menambah ketersediaan air tanah di Kota Bandung mengingat air tanah terus menerus dipergunakan secara tidak terukur/ eksploitasi secara berlebihan sedangkan daerah resapan yang berfungsi meresap air hujan untuk mengisi air tanah dialihfungsikan menjadi perumahan maka diperlukan upaya mengolah limpasan air hujan dan proses hidrologi yang terjadi dalam bentuk infrastruktur hijau. Untuk itu penelitian ini dilakukan sebagai salah satu upaya dalam mengidentifikasi lokasi potensi penerapan *green infrastructure* dalam upaya menambah ketersediaan air tanah di Kota Bandung dan mengetahui kemampuan *green infrastructure* dalam meresapkan air. Kota Bandung terdiri dari 8 DAS yaitu DAS Cibereum, DAS Citepus, Das Cikapundung, DAS Cicadas, Das Cidurian, Das Cipamokolan, dan Das Cinambo. Maka dari itu perhitungan kemampuan dilakukan pada setiap DAS. Berikut ini yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian:

1. Dimana lokasi yang berpotensi untuk menerapkan *green infrastructure*?
2. Bagaimana kemampuan *green infrastructure* dapat menambah ketersediaan air tanah?

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan deskriptif. Pendekatan kuantitatif dalam banyak hal berbeda dengan pendekatan kualitatif namun saling melengkapi dalam pendekatan kuantitatif yang menjadi fokus yaitu mengungkapkan sebuah informasi tanpa mengganggu individu atau kelompok yang diteliti[8]. Dalam penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif untuk menguji hubungan antara *green infrastructure* dan air tanah serta dalam analisis menggunakan angka untuk proses perhitungan. Pendekatan deskriptif pada penelitian bertujuan untuk menyajikan informasi dari hasil analisis.

Analisis pada penelitian ini dilakukan dalam 2 tahapan. Tahap yang pertama yaitu analisis penentuan lokasi potensi penerapan *green infrastructure* menggunakan analisis intersect pada arcgis. Tahap kedua yaitu analisis kemampuan *green infrastructure* dalam menambah ketersediaan air tanah menggunakan metode SCS TR-55.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis Lokasi Potensi Penerapan *Green Infrastructure*

penentuan jenis *green infrastructure* yang dapat menambah air tanah mengacu pada *Pennsylvania Stormwater BMP Manual*. Berdasarkan *Pennsylvania Stormwater BMP Manual* setiap *green infrastructure* ada yang dapat menambah air tanah ada pula yang tidak dapat menambah air tanah. Dalam *Pennsylvania Stormwater BMP Manual* fungsi menambah air tanah dibagi menjadi 3 kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi. Berikut ini klasifikasi jenis-jenis *green infrastructure* yang dapat menambah air tanah :

Tabel 1. Kelas Kemampuan Menyerap Air Tanah Menurut *Pennsylvania Stormwater BMP*

No	Jenis <i>green infrastructure</i>	Kemampuan GI dalam Menyerap Air Tanah		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Kolam Retensi			
2	Kolam Detensi	None		
3	Kolam Resapan			
4	Sengkedan Rumput			
5	Parit Resapan			
6	<i>Bioretention</i>			
7	<i>Vegetated Filter strip</i>			

Sumber : (DEPT. OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2006)

Analisis penentuan lokasi potensi penerapan *green infrastructure* dalam upaya menambah ketersediaan air tanah ini menggunakan aplikasi arcgis dan diolah menggunakan tools intersect. Dalam melakukan analisis menggunakan data fisik Kota Bandung seperti jenis tanah, kemiringan lereng, jaringan sungai, jaringan jalan dan data penggunaan lahan. Untuk menentukan lokasi potensi penerapan *green infrastructure* digunakan kriteria-kriteria penerapan beberapa jenis *green infrastructure* yang telah dilakukan oleh studi sebelumnya. Hasil dari analisis ini akan menghasilkan lokasi sebaran *green infrastructure* dan luasan yang dapat menerapkan *green infrastructure*. Berikut ini kriteria-kriteria penerapan *green infrastructure*.

Tabel 2. Kriteria-Kriteria Penerapan *Green Infrastructure*

Jenis Infrastruktur	Kemiringan Lereng	Kelompok Tanah	Buffer Jalan (m)	Buffer Sungai (m)	Wilayah Terbangun	Badan Air	Luas Minimum
Kolam Retensi	<15%	A-D	-	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	1 – 3% dari DAS

Jenis Infrastruktur	Kemiringan Lereng	Kelompok Tanah	Buffer Jalan (m)	Buffer Sungai (m)	Wilayah Terbangun	Badan Air	Luas Minimum
Kolam detensi	<15%	A-D	-	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,81 – 1,21 ha)
Kolam Resapan	<15%	A-B	-	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,0081- 0,0576 ha)
Parit Resapan	<15%	A-B	-	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,0081- 0,0576 ha)
Sengkedan Rumput	<4%	A-D	<30,48	-	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,009 ha)
Bioretensi	<5%	A-D	<30,48	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,068 ha)
Sand Filter	<10%	A-D	-	>30,48	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,003 ha)
<i>Vegetated Filter Strip</i>	<10%	A-D	<30,48	-	Tidak Terbangun	Tidak Boleh	(0,005 ha)

Sumber : (Departement of Environment Resources, 1999)

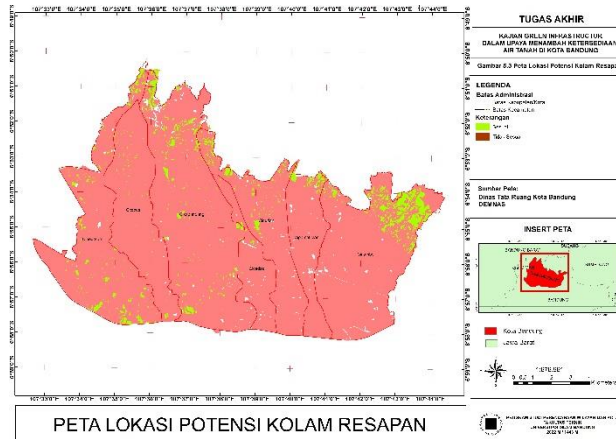
Lokasi Potensi Penerapan Kolam Resapan

Hal yang pertama yang dilakukan dalam menentukan lokasi potensi kolam resapan yaitu menginput data berupa kemiringan lereng, jenis tanah, buffer jaringan sungai, dan tutupan lahan. Kemudian data tersebut diklasifikasikan mana yang sesuai dengan kriteria dan mana yang tidak sesuai dengan kriteria menggunakan angka biner. Setelah mengklasifikasi menggunakan angka biner selanjutnya melakukan intersect untuk menggabungkan peta-peta yang telah diinput untuk mendapatkan irisan wilayah berdasarkan data-data input. Selanjutnya dilakukan analisis select by attributes yang didasarkan pada kriteria Kemiringan, Kelompok tanah, buffer sungai, wilayah terbangun, dan badan air. setelah dilakukan analisis yang didasarkan kriteria tersebut kemudian diperoleh hasil pada Gambar 1 Peta Lokasi Potensi Penerapan Kolam Resapan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka diperoleh luasan wilayah yang sesuai dengan kriteria penerapan *green infrastructure*. Luas wilayah yang sesuai untuk menerapkan kolam resapan yaitu seluas 790,278 Ha.

Tabel 3. Luas Lokasi Potensi Penerapan Kolam Resapan

Luas Lokasi Potensi Penerapan Kolam Resapan PerDAS	
DAS	Luas (Ha)
DAS Cibeureum	143,24
DAS Citepus	38,31
DAS Cikapundung	210,02
DAS Cicadas	4,38
DAS Cidurian	59,95
DAS Cipamokolan	38,97
DAS Cinambo	295,40



Gambar 1. Peta Potensi Lokasi Kolam Resapan

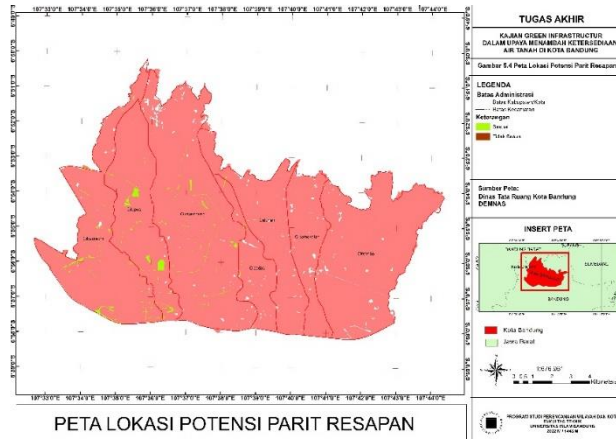
Lokasi Potensi Penerapan Parit Resapan

Hal yang pertama yang dilakukan dalam menentukan lokasi potensi parit resapan yaitu menginput data berupa kemiringan lereng, jenis tanah, buffer jaringan sungai, dan tutupan lahan. Kemudian data tersebut diklasifikasikan mana yang sesuai dengan kriteria dan mana yang tidak sesuai dengan kriteria menggunakan angka biner. Setelah mengklasifikasi menggunakan angka biner selanjutnya melakukan intersect untuk menggabungkan peta-peta yang telah diinput untuk mendapatkan irisan wilayah berdasarkan data-data input. Selanjutnya dilakukan analisis select by attributes yang didasarkan pada kriteria luas DAS, Kemiringan, Kelompok tanah, buffer sungai, wilayah terbangun, dan badan air. setelah dilakukan analisis yang didasarkan kriteria tersebut kemudian diperoleh hasil pada Gambar 2 Peta Lokasi Potensi Penerapan Parit Resapan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka diperoleh luasan wilayah yang sesuai dengan kriteria penerapan *green infrastructure*. Luas wilayah yang sesuai untuk menerapkan parit resapan yaitu seluas 179,301 Ha.

Tabel 4. Luas Lokasi Potensi Penerapan Parit Resapan

Luas Lokasi Potensi Penerapan Parit Resapan PerDAS	
DAS	Luas (Ha)
DAS Cibeureum	25,17
DAS Citepus	133,40
DAS Cikapundung	9,46
DAS Cicadas	0,64
DAS Cidurian	2,06
DAS Cipamokolan	0,21
DAS Cinambo	0,64



Gambar 2. Peta Lokasi Potensi Penerapan Parit Resapan

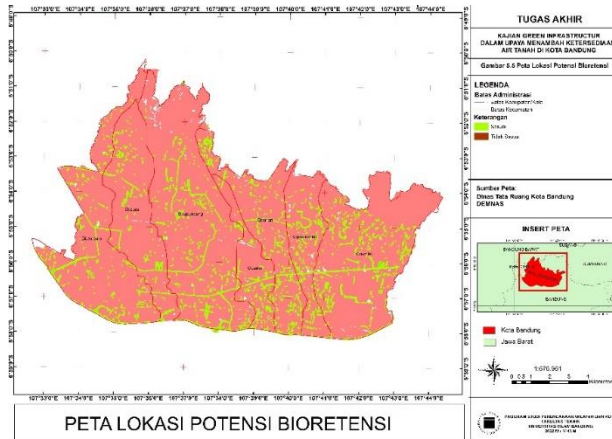
Lokasi Potensi Penerapan Bioretensi

Hal yang pertama yang dilakukan dalam menentukan lokasi potensi bioretensi yaitu menginput data berupa kemiringan lereng, jenis tanah, buffer jaringan sungai, dan tutupan lahan. Kemudian data tersebut diklasifikasikan mana yang sesuai dengan kriteria dan mana yang tidak sesuai dengan kriteria menggunakan angka biner. Setelah mengklasifikasi menggunakan angka biner selanjutnya melakukan intersect untuk menggabungkan peta-peta yang telah diinput untuk mendapatkan irisan wilayah berdasarkan data-data input. Selanjutnya dilakukan analisis select by attributes yang didasarkan pada kriteria luas DAS, Kemiringan, Kelompok tanah, buffer sungai, wilayah terbangun, dan badan air. setelah dilakukan analisis yang didasarkan kriteria tersebut kemudian diperoleh hasil pada Gambar 3 Peta Lokasi Potensi Penerapan Bioretensi.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka diperoleh luasan wilayah yang sesuai dengan kriteria penerapan *green infrastructure*. Luas wilayah yang sesuai untuk menerapkan bioretensi yaitu seluas 431,122Ha dan luas wilayah yang tidak sesuai dalam menerapkan bioretensi yaitu seluas 16.397,743Ha.

Tabel 5. Luas Lokasi Potensi Penerapan Bioretensi

Luas Lokasi Potensi Penerapan Bioretensi PerDAS	
DAS	Luas (Ha)
DAS Cibereum	62,262
DAS Citepus	11,764
DAS Cikapundung	48,5605
DAS Cicadas	28,1103
DAS Cidurian	47,0581
DAS Cipamokolan	39,0086
DAS Cinambo	28,1103



Gambar 3. Peta Lokasi Potensi Penerapan Bioretensi

Analisis Kemampuan Green infrastructure

1. DAS Cibeureum

Analisis kemampuan *green infrastructure* diawali dengan menghitung koefisien aliran (CN) lalu menghitung debit limpasan. Analisis ini didasarkan pada kondisi eksisting dan setelah menerapkan *green infrastructure*. Sehingga dapat menganalisa besarnya koefisien aliran yang diresapkan akibat adanya potensi limpasan. Analisis ini menggunakan parameter perhitungan yaitu tutupan lahan, persentase daerah kedap air, kelompok tanah, kondisi hidrologi (kelembaban rata-rata atau limpasan).

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 91,77. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 0,896))^2}{(15,11 + (0,8 \times 0,896)}$$

$$Q = 14,085 \text{ inci} = 357,778 \text{ mm} = 0,357 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{91,77} - 10 = 0,896$

Luas wilayah Das Cibeureum di Kota Bandung adalah 28,8122km² atau 28.812.174m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Qp = AXQ = 28.812.174 \times 0,357 = 10.308.368,07 \text{ m}^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Kemampuan Green infrastructure di DAS Cibeureum

Green infrastructure	Debit Limpasan (m3)	Limpasan yang terserap (m3)	Persen (%)
Kolam Resapan	9.259.211	1.049.157	10
Parit Resapan	9.555.347	753.021	7
Bioretensi	9.527.524	780.844	7

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 10.308.368,07m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan

kolam resapan adalah sebesar 9.259.211,262 m³ terdapat selisih sebesar 1.049.156,812m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 10% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 9.555.347m³ terdapat selisih sebesar 753.021m³ atau sebesar 7% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 9.527.524m³ atau 7% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

2. DAS Citepus

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 95,11. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 0,513))^2}{(15,11 + (0,8 \times 0,513))}$$

$$Q = 14,511 \text{ inci} = 368,593 \text{ mm} = 0,368 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{95,11} - 10 = 0,513$

Luas wilayah Das Citepus di Kota Bandung adalah 20,7486km² atau 20.643.854,38m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_p = AXQ = 20.643.854,38 \times 0,368 = 7.609.183,857 \text{ m}^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Citepus

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m ³)	Limpasan yang terserap (m ³)	Persen (%)
Kolam Resapan	6.809.873	799.310	10
Parit Resapan	6.805.490	803.693	10
Bioretensi	6.858.214	750.969	9

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 7.609.183,857m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 6.809.873m³ terdapat selisih sebesar 799.310m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 10% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 6.805.490m³ terdapat selisih sebesar 803.693m³ atau sebesar 10% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 6.858.214m³ terdapat selisih sebesar 750.969m³ atau 9% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

3. DAS Cikapundung

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 90,623. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 1,034))^2}{(15,11 + (0,8 \times 1,034))}$$

$$Q = 13,935 \text{ inci} = 353,968 \text{ mm} = 0,353 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{90,623} - 10 = 1,034$

Luas wilayah Das Cikapundung di Kota Bandung adalah 43,302km² atau 43.302.041,3m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Qp = AXQ = 43.302.041,3 \times 1,034 = 15.327.533,81m^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Cikapundung

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m ³)	Limpasan yang terserap (m ³)	Persen (%)
Kolam Resapan	13.762.998	1.564.536	10
Parit Resapan	13.957.588	1.369.946	8
Bioretensi	13.908.503	1.419.031	9

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 15.327.533,81m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 13.762.998 m³ terdapat selisih sebesar 1.564.536 m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 10% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 13.957.588 m³ terdapat selisih sebesar 1.369.946 m³ atau sebesar 8% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 13.908.503 m³ terdapat selisih sebesar 1.419.031 m³ atau 9% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

4. DAS Cicadas

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 94,97. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 0,5288))^2}{(15,11 + (0,8 \times 0,5288))}$$

$$Q = 14,49 \text{ inci} = 368,139 \text{ mm} = 0,368m$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{94,97} - 10 = 0,5288$

Luas wilayah Das Cicadas di Kota Bandung adalah 8,677km² atau 8.677.112,974m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Qp = AXQ = 8.677.112,974 \times 0,368 = 3.194.382,368m^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 9. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Cicadas

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m3)	Limpasan yang terserap (m3)	Persen (%)
Kolam Resapan	2.989.992	204.391	6
Parit Resapan	3.012.301	182.082	5
Bioretensi	3.008.077	186.305	5

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 3.194.382,368m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 2.989.992m³ terdapat selisih sebesar 204.391m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 6% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 3.012.301 m³ terdapat selisih sebesar 182.082 m³ atau sebesar 5% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 3.008.077 m³ terdapat selisih sebesar 186.305 m³ atau 5% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

5. DAS Cidurian

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 93,33. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 0,714))^2}{(15,11 + (0,8 \times 0,714))}$$

$$Q = 14,285 \text{ inci} = 362,859 \text{ mm} = 0,362 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{93,33} - 10 = 0,714$

Luas wilayah Das Cidurian di Kota Bandung adalah 17,912km² atau 17.912.973,01m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Qp = AXQ = 17.912.973,01 \times 0,362 = 6.499.888,992 \text{ m}^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Cidurian

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m3)	Limpasan yang terserap (m3)	Persen (%)
Kolam Resapan	5.900.761	599.128	9
Parit Resapan	6.170.338	329.551	5
Bioretensi	6.113.726	386.163	5

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 6.499.888,992m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 5.900.761 m³ terdapat selisih sebesar 599.128 m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 9% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah

atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 6.170.338 m³ terdapat selisih sebesar 329.551m³ atau sebesar 5% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 6.113.726m³ terdapat selisih sebesar 386.163m³ atau 5% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

6. DAS Cipamokolan

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 90,26. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 1,07))^2}{(15,11 + (0,8 \times 1,07))}$$

$$Q = 13,885 \text{ inci} = 352,769 \text{ mm} = 0,352 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{90,26} - 10 = 1,07$

Luas wilayah Das Cipamokolan di Kota Bandung adalah 11,90 km² atau 1.1905.613,08 m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_p = AXQ = 1.1905.613,08 \times 0,352 = 4.199.933,033 \text{ m}^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 11. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Cipamokolan

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m ³)	Limpasan yang terserap (m ³)	Persen (%)
Kolam Resapan	3.926.040	273.893	6
Parit Resapan	4.030.436	169.497	4
Bioretensi	4.039.183	160.750	3

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 4.199.933,033m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 3.926.040m³ terdapat selisih sebesar 273.893m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 6% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 4.030.436m³ terdapat selisih sebesar 169.497m³ atau sebesar 4% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 4.039.183m³ terdapat selisih sebesar 160.750m³ atau 3% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

7. DAS Cinambo

Berdasarkan hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting, dengan nilai CNC pada kondisi eksisting sebesar 84,36. Jadi hasil perhitungan aliran limpasan pada kondisi eksisting sebagai berikut:

$$Q = \frac{(15,11 - (0,2 \times 1,85))^2}{(15,11 + (0,8 \times 1,85))}$$

$$Q = 13,09 \text{ inci} = 332,586 \text{ mm} = 0,332 \text{ m}$$

Dengan menggunakan $S = \frac{1000}{84,36} - 10 = 1,85$

Luas wilayah Das Cinambo di Kota Bandung adalah 34,969km² atau 34.969.487,55m², maka debit puncak untuk seluruh daerah pada kondisi eksisting dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_p = AXQ = 34.969.487,55 \times 0,332 = 11.630.346,21 \text{ m}^3$$

Kemudian dilakukan perhitungan pada limpasan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 12. Kemampuan *Green infrastructure* di DAS Cinambo

<i>Green infrastructure</i>	Debit Limpasan (m ³)	Limpasan yang terserap (m ³)	Persen (%)
Kolam Resapan	10.768.243	862.103	7
Parit Resapan	11.321.537	308.809	2
Bioretensi	11.355.539	274.807	2

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Nilai debit puncak pada suatu kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi setelah menerapkan *green infrastructure*. Kolam resapan meningkatkan kemampuan potensi retensi lahan dan menurunkan nilai koefisien aliran.

Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan diketahui nilai debit puncak pada kondisi eksisting sebesar 11.630.346,21m³ sedangkan nilai debit puncak setelah dilakukan kolam resapan adalah sebesar 10.768.243m³ terdapat selisih sebesar 862.103 m³. Debit selisih tersebut atau sebanyak 7% dari debit puncak eksisting adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung di suatu *green infrastructure*. Debit puncak setelah dilakukan penerapan parit resapan sebesar 11.321.537m³ terdapat selisih sebesar 308.809 m³ atau sebesar 2% dari debit puncak eksisting. Debit puncak setelah diterapkan bioretensi sebesar 11.355.539m³ terdapat selisih sebesar 274.807 m³ atau 2% dari debit puncak eksisting. Debit selisih tersebut adalah air yang meresap ke dalam tanah atau tertampung pada suatu *green infrastructure*.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Jenis *green infrastructure* yang dapat diterapkan untuk menambah ketersediaan air tanah yaitu kolam resapan seluas 790,278 Ha dengan rincian 143,243 Ha pada DAS Cibereum, 38,310 Ha pada DAS Citepus, 210,022 Ha pada DAS Cikapundung, 4,381 Ha pada DAS Cicadas, 59,94 Ha pada DAS Cidurian, 38,971 Ha pada DAS Cipamokolan, 295,401 Ha pada DAS Cinambo. Parit resapan seluas 171,599 Ha dengan rincian 25,169 Ha pada DAS Cibereum, 133,402 Ha pada DAS Citepus, 9,464 Ha pada DAS Cikapundung, 0,643 Ha pada DAS Cicadas, 2,063 Ha pada DAS Cidurian, 0,212 Ha pada DAS Cipamokolan, 0,643 Ha pada DAS Cinambo. Bioretensi seluas 264,873 Ha dengan rincian 62,262 Ha pada DAS Cibereum, 11,764 Ha pada DAS Citepus, 48,560 Ha pada DAS Cikapundung, 28,110 Ha pada DAS Cicadas, 47,058 Ha pada DAS Cidurian, 39,008 Ha pada DAS Cipamokolan, 28,110 Ha pada DAS Cinambo.
2. Berdasarkan kemampuannya kolam resapan dapat meresapkan air sebesar 61% dari debit puncak dengan rincian 10% pada DAS Cibereum, 11% pada DAS Citepus, 10% pada DAS Cikapundung, 6% pada DAS Cicadas, 9% pada DAS Cidurian, 6% pada DAS Cipamokolan, 7% pada DAS Cinambo. Parit resapan dapat meresapkan air sebesar 41% dari debit puncak dengan rincian 7% pada DAS Cibereum, 7% pada DAS Citepus, 8% pada DAS Cikapundung, 5% pada DAS Cicadas, 5% pada DAS Cidurian, 4% pada DAS Cipamokolan, 2% pada DAS Cinambo. Kemampuan bioretensi dalam meresapkan air sebesar 46% dari debit puncak dengan rincian 7% pada DAS Cibereum, 10% pada DAS Citepus, 9% pada DAS Cikapundung, 5% pada DAS Cicadas, 5% pada DAS Cidurian, 3% pada DAS Cipamokolan, 2% pada DAS Cinambo.

Acknowledge

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Prof. Dr. Ir Hilwati Hindersah MURP selaku dosen pembimbing yang telah memeberikan bimbingan dan saran kepada penulis selama penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] Prastistho, B. D. Hubungan Struktur Geologi Dan Sistem Air Tanah. LPPM UPN “Yogyakarta” Press. 2018. 1–104 p.
- [2] Dewi Wulandari, Fayyed Abdullah, Muhammad Kukuh Al Rasyid, Twin Hosea Widodo Kristyanto S.T. MT. Intensifikasi eksplorasi sumber mata air sebagai upaya pencegahan penurunan muka air tanah kota bandung. 2017;(September).
- [3] Hindersah H, Kusuma AANW. Kesadaran Kolektif Masyarakat dalam Upaya Pelestarian Kawasan Lindung di Kawasan Perkotaan, Kasus Fenomena Penanaman Mangrove di Kawasan Perkotaan-Teluk Benoa Provinsi Bali. 2010;(November):186–201.
- [4] Hindersah H. Islamic Concept of Sustainable Development in The River Estuary. 2013;
- [5] Zhang K, Chui TFM. A review on implementing infiltration-based *green infrastructure* in shallow groundwater environments: Challenges, approaches, and progress. *J Hydrol* [Internet]. 2019;579(September):124089. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124089>
- [6] Rahmasari HF. Penentuan Potensi Penerapan Infrastruktur Hijau Dalam Mengurangi Genangan Di Daerah Aliran Sungai Kedurus. 2017;1–326.
- [7] Association AP. Green City, Clean Waters: Philadelphia’s 21st Century Green Stormwater Infrastructure Program [Internet]. 2015. Available from: <https://www.planning.org/awards/2015/greencity.htm>
- [8] Hindersah H. Krisis Ilmu Pengetahuan Modern: Menuju Metodologi Partisipatif [Internet]. Vol. 16, *Journal of Regional And City Planning*. 2017. p. 1–24. Available from: <http://journals.itb.ac.id/index.php/jpwk/article/view/4266>
- [9] Integrated A, Approach D. Low-Impact Development Design Strategies An Integrated Design Approach Low-Impact Development: An Integrated Design Approach. 1999;(June).
- [10] F. Priscannanda and H. Hindersah, “Identifikasi Kemampuan Green Infrastructure dalam Upaya Mengurangi Banjir pada DAS Ciliwung Hilir Jakarta,” vol. C, pp. 23–35, 2022.