

### ANALISIS PENERAPAN METODE RAINWATER HARVESTING PADA KAWASAN PERUMAHAN G-LAND PADALARANG UNTUK MENJAGA KETERSEDIAAN AIR TANAH

Vitta Pratiwi<sup>1,\*</sup> dan Endang Permana<sup>2</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

#### Abstract

Increasing demand of housing facilities has an impact on the change of land function of an area that originally forest or garden turned into a residential area. Unbalanced water surface and ground surface are the effect of the unbalanced hydrologic cycle. Volume increased and runoff, infiltration capability and groundwater decreased levels are due to hydrological cycle imbalances. That is why water management is needed in order to create a balance of water resources. One way to realize the idea is to apply rainwater harvesting methods to a residential area that is a method of collecting rainwater that is stored in a storage tank for then the water that has been collected can be reused as an alternative source of clean water. The purpose of this research is to aims the potential of rainwater that can be harvested in G-Land Padalarang Housing area, so it can be used as a source of clean water as well as efforts to maintain groundwater availability and balance of hydrological cycle. The method is by using rational method. The data used are primary data and secondary data which then analyzed based on hydrologic and hydraulics analysis. From the analysis result, by applying rainwater harvesting method in G-Land Padalarang Housing area, the volume of water that can be harvested with rainfall 2,929 mm / year and the catchment area of 66 m<sup>2</sup> is 173,983 liter / year and can save ground water usage of 52 % of total needs.

**Key Words:** groundwater, housing, rainwater harvesting

#### 1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya permintaan sarana perumahan akan berdampak terhadap perubahan fungsi lahan dimana kawasan yang awalnya hutan atau kebun berubah menjadi kawasan perumahan, sehingga berdampak terhadap tidak seimbang siklus hidrologi. Dampak yang ditimbulkan diantaranya tidak seimbang antara air hujan, air permukaan dan air tanah sehingga akan meningkatkan volume dan laju limpasan permukaan, menurunnya kemampuan infiltrasi dan menurunnya permukaan air tanah. (O'Driscoll dkk., 2010). Akibatnya, timbul permasalahan dalam sumberdaya air. Air menjadi terlalu banyak dimusim hujan, dan terlalu sedikit dimusim kemarau. Untuk itulah dibutuhkan manajemen air agar dapat terciptanya keseimbangan sumberdaya air, Salah satu cara untuk mewujudkan gagasan tersebut adalah dengan menerapkan metode pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) pada suatu kawasan perumahan, yaitu metode pengumpulan air hujan yang ditampung dalam suatu tangki penyimpanan untuk kemudian air yang telah dikumpulkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai alternatif sumber air bersih serta upaya untuk

menjaga ketersediaan air tanah dan keseimbangan siklus hidrologi.

Dari model tersebut diharapkan dapat diusulkan suatu penerapan model pengembangan kawasan perumahan yang menggunakan metode *rainwater harvesting* secara berkelanjutan untuk masa yang mendatang.

#### 2. TINJAUAN PUSTAKA

Komponen utama dari *rainwater harvesting* yaitu; *Cathment Area* (Atap), talang dan pipa distribusi (*downpipe*) dan tangki penyimpanan air hujan. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \quad (1)$$

dimana :

- I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)
- R<sub>24</sub> = Curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun
- t<sub>c</sub> = Waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung dengan menggunakan persamaan menurut Kirpich (1940):

<sup>\*</sup> Corresponding Author : vittapratwi@gmail.com

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \quad (2)$$

dimana :

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

S = kemiringan dasar saluran.

Debit air hujan dihitung dengan menggunakan Metode Rasional dengan persamaan (Suripin, 2004):

$$Q = 0,00278.C.I.A \quad (3)$$

dimana :

Q = debit limpasan rencana (m<sup>3</sup>/detik).

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan pada durasi yang sama dengan waktu konsentrasi dan periode ulang hujan tertentu (mm/jam).

A = luas daerah pengaliran

Untuk menghitung waktu tempuh pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) adalah dengan persamaan (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12 /Prt/M/2014):

$$t_d = \frac{L}{Vd} \quad (4)$$

dimana:

L = panjang saluran dari titik yang terjauh sampai dengan titik yang ditinjau dalam meter.

V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per menit.

Dalam perhitungan waktu tempuh aliran yang terjadi pada saluran dapat ditentukan dengan menggunakan Metode Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

dimana:

V = kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

n = koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (luas penampang basah dibagi dengan keliling basah) (m)

S = kemiringan saluran (m/m)

### Perhitungan desain dimensi talang

Saluran yang digunakan adalah saluran penampang segi empat terbuka :

$$A = b \times h \quad (6)$$

$$P = b + 2h \quad (7)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (8)$$

$$Q = A \times V \quad (9)$$

dimana :

A = Luas Penampang

P = Keliling basah

R = Jari-jari hidrolis

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Angka Kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan saluran yang direncanakan/  
kemiringan slope DAS

Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)

Untuk mendapatkan volume ketersediaan air hujan yang dapat dipanen dapat dihitung dengan mengalikan curah hujan dan luas *catchment area* dan koefisien pengaliran (Juliana, 2017)

$$R_{eff} = R_t \times A \times C \quad (10)$$

dimana :

R<sub>eff</sub> = Potensi Curah Hujan (Liter)

R<sub>t</sub> = Curah Hujan (mm)

A = Luas daerah tangkapan (m<sup>2</sup>)

C = Koefisien limpasan

Kebutuhan Air air per orang per hari, dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$(AD) = K \times n \quad (11)$$

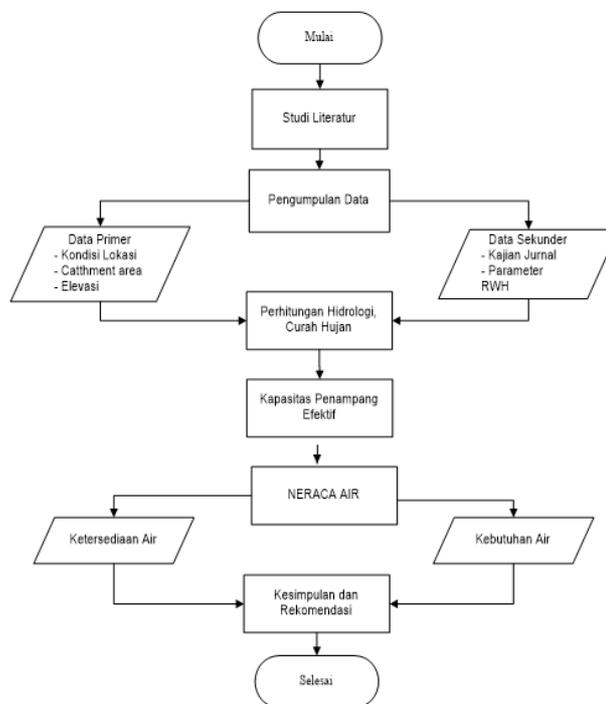
dimana :

K = Kebutuhan air per orang per hari

n = Jumlah Penghuni rumah (4 orang)

### 3. METODOLOGI

Lokasi penelitian yaitu pada kawasan perumahan G-Land Padalarang terletak di kampung kicau RT/RW :02/02, Jln GA Manulang Kelurahan Jaya mekar 40553, Kecamatan Padalarang. Kabupaten Bandung Barat. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Data yang digunakan pada studi ini terbagi menjadi 2 (dua) jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer meliputi kondisi lokasi, *catchment area* dan elevasi tanah. Sedangkan data sekunder meliputi data curah hujan harian 10 tahun

2005-2014 stasiun hujan Cidadap-Montaya, yang diperoleh dari Pusat Data Dan Informasi, Jawa Barat. Metode yang digunakan untuk menghasilkan curah hujan rencana periode ulang tertentu adalah Metode Normal, Gumbell, dan Log Pearson III. Dari keluaran berupa curah hujan maksimum rencana dari ketiga metode tersebut, diambil simpangan baku yang paling kecil. Curah hujan maksimum rencana ini digunakan untuk perkiraan nilai intensitas hujan harian, untuk melihat kecenderungan lama dan banyaknya hujan yang jatuh pada lokasi studi. Adapun debit rencana menjadi input untuk desain dimensi saluran pengumpul (talang) pada sistem *rainwater harvesting*. Proses perhitungan *Neraca Air* yaitu untuk memperoleh hubungan antara ketersediaan dengan kebutuhan air pada kawasan perumahan G-Land Padalarang.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Tinggi Curah Hujan Harian Maksimum bulanan

Tinggi curah hujan harian maksimum pada lokasi studi selama kurun waktu 10 tahun terakhir (2005-2014).

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Regional
1	2005	85
2	2006	78
3	2007	54
4	2008	47
5	2009	77
6	2010	52
7	2011	76
8	2012	51
9	2013	58
10	2014	118
Maksimum		118
Rata-Rata		70
Minimum		47

Sumber: PUSDATIN, 2017

##### Tinggi Hujan Rencana

Penentuan besar tinggi hujan rencana dengan menggunakan Metode Gumbell menghasilkan tinggi hujan rencana kala ulang 2 tahun sebesar 66,69 mm. Pemilihan metode Gumbell didasarkan pada hasil uji pemilihan distribusi, dimana sebaran data yang diujikan memiliki simpangan baku yang paling kecil. Serta dari hasil uji kecocokan menunjukkan bahwa penggunaan metode Gumbell dapat diterima.

##### Perhitungan Intensitas Curah Hujan

$$R_{24} = 66,69 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

$$= \frac{66,69}{24} \times \left[ \frac{24}{0,014130} \right]^{2/3}$$

$$= 395,5774 \text{ mm/jam}$$

Maka intensitas curah hujan yang didapatkan dengan nilai waktu konsentrasi sebesar 50,86 detik atau 0,014130 jam adalah sebesar 395,5774 mm/jam.

##### Waktu Konsentrasi

$$t_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385}$$

$$t_c = 0,0195 \times 24^{0,77} \times 0,36^{-0,385}$$

$$= 20 \text{ detik}$$

$$t_d = \frac{L}{Vd}$$

$$t_d = \frac{18,5}{0,60}$$

$$= 30,83 \text{ detik}$$

##### Waktu konsentrasi total

$$T_c = t_c + t_d$$

$$= 20 + 30,83$$

$$= 50,86 \text{ detik} = 0,014130 \text{ jam}$$

##### Perhitungan Debit Air Hujan

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,00278 \cdot (0,9) \cdot (395,5774) \cdot (0,00066)$$

$$= 6,53225 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$$

Nilai C adalah koefisien limpasan yang diambil dari tabel di bawah, dikarenakan atap gedung berbahan fiber atau bahan yang tidak meresapkan air, sehingga air hujan yang jatuh dapat langsung masuk ke talang atap.

Tabel 2 Koefisien *runoff* untuk variasi *catchment area*

Source: Alphonsus Daniel, pers. comm.

Type of catchment	Coefficients
<b>Roof catchments</b>	
Tiles	0.8 - 0.9
Corrugated metal sheets	0.7 - 0.9
<b>Ground surface coverings</b>	
Concrete	0.6 - 0.8
Brick pavement	0.5 - 0.6
<b>Untreated ground catchments</b>	
Soil on slopes less than 10 percent	0.1 - 0.3
Rocky natural catchments	0.2 - 0.5

Sumber: Alphonsus Daniel, pers. comm

##### Desain Penerapan Metode *Rainwater Harvesting* Pada Kawasan Perumahan G-Land Padalarang

Dalam perencanaan desain penerapan metode *rainwater harvesting* pada kawasan perumahan G-Land Padalarang terbagi beberapa tahap diantaranya yaitu tahan perencanaan talang dan pipa distribusi (*downpipe*),serta perencanaan tangki penyimpanan air hujan.

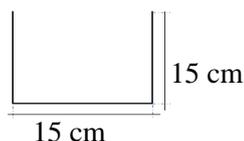
### Perencanaan Talang dan Pipa Distribusi

Talang atap merupakan komponen yang paling utama dan yang paling penting dalam penerapan metode *rainwater harvesting* dimana air hujan yang jatuh pada atap rumah, langsung ditangkap oleh talang. Apabila perencanaan talang tidak disesuaikan dengan ketersediaan air hujan yang dapat dipanen pada atap, maka proses penangkapan air hujan tidak dapat berjalan maksimal, dikarenakan air hujan akan luber keluar dari talang. Dalam penerapan metode *rainwater harvesting* pada kawasan perumahan G-Land Padalarang, talang yang digunakan adalah talang persegi dengan ukuran talang lebar 15 cm dan tinggi 15 cm. Perhitungan dimensi dan kemampuan talang dalam menampung debit air hujan dapat dilihat dibawah ini.

Diasumsikan dimensi talang:

$$B = 15 \text{ cm}$$

$$H = 15 \text{ cm}$$



Tabel 3. Kecepatan Saluran

Kemiringan rata-rata dasar saluran (%)	Kecepatan rata-rata (meter/detik)
Kurang dari 1	0,40
1 – 2	0,60
2 – 4	0,90
4 – 6	1,20
6 – 10	1,50
10 – 15	2,40

Sumber: Drainase perkotaan, S.N Gunadarma, 1997

$$P = B + 2H$$

$$= 0,15 + (2 \times 0,15)$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

$$A = B \times H$$

$$= 0,15 \times 0,15$$

$$= 0,0225 \text{ m}^2$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,0225}{0,45} = 0,050$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Tabel 4 Panduan Dimensi Pipa Untuk Daerah Tropis

Roof area (m <sup>2</sup> ) served by one gutter	minimum downpipe diameter (mm)
12	40
25	50
34	50
46	63
66	63
128	75
208	90

Sumber : SOPAC, 2014

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan asumsi dimensi talang 15 x 15 cm dapat disimpulkan

bahwa dengan debit air hujan sebesar 0,010648 m<sup>3</sup>/detik, maka talang akan aman (tidak luber). Dalam pemasangannya, talang harus direncanakan memiliki kemiringan tertentu agar setelah menangkap air hujan, talang dapat membawa air hujan tersebut menuju lubang pipa distribusi (*downpipe*) dengan baik dan cepat, maka dalam hal ini penulis menggunakan kemiringan talang sebesar 2%.

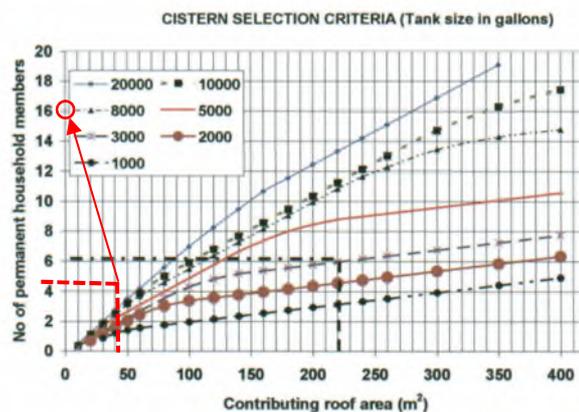
Berdasarkan tabel 4 diatas dengan luas area studi 66 m<sup>2</sup> maka dalam perencanaan pipa distribusi pada kawasan perumahan G-Land Padalarang dimensi minimal 63 mm/2,48 cm, maka digunakan pipa dengan ukuran 3 inci, dengan alasan untuk keamanan serta kemudahan dalam pembelian di pasaran.



Gambar 2. Dimensi talang dan pipa distribusi

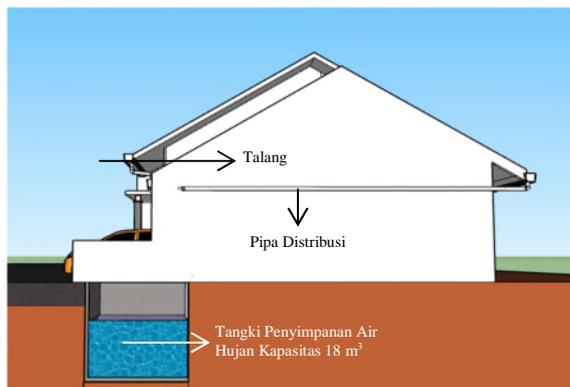
### Perencanaan Tangki Penyimpanan Air Hujan

Untuk perencanaan kapasitas tangki penyimpanan air hujan yang dikutip dari “*A Handbook on Rainwater Harvesting in the Caribbean*” dan (Sari, Winda Diana,; 2016).



Gambar 3. Grafik Panduan Penentuan Ukuran Tangki (sumber: Peters, 2003)

Jumlah penghuni pada perumahan G-Land Padalarang yaitu sebanyak 4 orang, maka dengan memasukkan luas atap sebesar 66 m<sup>2</sup> dan jumlah penghuni 4 orang, ukuran tangki penyimpanan air hujan yang direkomendasikan sekitar 8000 gallon atau setara dengan 36.368 liters, namun angka 36.368 tersebut mencakup kebutuhan untuk keseluruhan, dalam hal ini penulis hanya menggunakan air hujan 52% dari kebutuhan total, maka volume tangki penyimpanan air hujan adalah sebesar 18.548 liter (dibultkan 18.000 liter)/ 18 m<sup>3</sup>.



Gambar 4 Penempatan Tangki Penyimpanan Air Hujan

Tangki penyimpanan air hujan diletakan di bawah permukaan tanah, tepatnya di bawah *carport* dengan dimensi tangki panjang 3 m, lebar 2 m dan kedalaman 3 m, dengan total volume tangki penyimpanan air hujan sebesar 18.000 Liter atau 18 m<sup>3</sup>. Alasan utama pemilihan tangki di bawa permukaan tanah adalah melihat kondisi lokasi perumahan yang sempit dan rapat.

### Volume Curah Hujan yang Dapat Dipanen

Data curah hujan yang di analisis adalah data curah hujan terbaru tahun 2014.

Tabel 5. Data Curah Hujan Tahun 2014

Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm/bulan)	Jumlah Hari Hujan Dalam Tiap Bulan
Januari	245,0	18
Februari	339,5	19
Maret	294	19
April	257,5	14
Mei	285,5	16
Juni	114,5	7
Juli	225,5	11
Agustus	113,5	7
September	281	15
Oktober	357	18
Nopember	302,5	22
Desember	113,5	11
<b>JUMLAH</b>	<b>2.929</b>	<b>177</b>

Sumber : PUSDATIN, 2017

Jumlah volume air yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah:

Tabel 6. Jumlah Volume Air Hujan Yang Dapat Dipanen Tiap Bulan Dalam Satu Tahun

Bulan	Curah Hujan Bulanan (dm)	Luas Cathmen Area (dm <sup>2</sup> )	Jumlah Volume Air Hujan Yang Dapat Dipanen Tiap Bulan (dm <sup>3</sup> /liter)
Januari	2,45	6.600	14.553
Februari	3,395	6.600	20.166
Maret	2,94	6.600	17.464
April	2,575	6.600	15.296
Mei	2,855	6.600	16.959
Juni	1,145	6.600	6.801

Bulan	Curah Hujan Bulanan (dm)	Luas Cathmen Area (dm <sup>2</sup> )	Jumlah Volume Air Hujan Yang Dapat Dipanen Tiap Bulan (dm <sup>3</sup> /liter)
Juli	2,255	6.600	13.395
Agustus	1,135	6.600	6.742
September	2,81	6.600	16.691
Oktober	3,57	6.600	21.206
Nopember	3,025	6.600	17.969
Desember	1,135	6.600	6.742
<b>Total</b>	<b>29,29</b>	<b>6.600</b>	<b>173.983</b>

Dari hasil perhitungan yang dilakukan maka air hujan yang dapat dipanen dengan menggunakan metode *rainwater harvesting* akan dibandingkan dengan kebutuhan air yang dibutuhkan pada perumahan G-Land Padalarang, oleh karena itu perlu diketahui terlebih dahulu air yang dibutuhkan.

### Kebutuhan Air

Kabupaten Bandung Barat memiliki jumlah penduduk sebesar 1.774.542 jiwa yang dikutip dari <http://www.bandungbaratkab.go.id/>. Dalam Kriteria Perencanaan Analisis Kebutuhan Air yang diterbitkan oleh Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (1996), Kota Watampone termasuk dalam kota Kategori II (Kota Metropolitan) sehingga menurut kriteria tersebut bahwa kebutuhan konsumsi air bersih berada pada 150-210 liter/orang/hari dan diambil nilai kebutuhan 210 liter/orang/hari. Dalam studi ini air hujan yang dipanen akan digunakan untuk kebutuhan non konsumsi seperti menyiram tanaman atau kebun, mencuci prabot keluarga, toilet, dan kebersihan rumah atau hanya sebesar 109 liter/orang/hari. Sehingga kebutuhan air perbulan dapat dihitung:

$$\begin{aligned}
 (AD) &= K \times n \\
 &= K \times n \\
 &= 109 \times 4 \times 30 \\
 &= 13.080 \text{ Liter/bulan}
 \end{aligned}$$

### Hubungan Antara Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Serta Kapasitas Tangki

Dari hasil perhitungan kebutuhan air yang dilakukan, hasil perhitungan kebutuhan air perhari dalam satu keluarga (4 orang), akan dibandingkan dengan ketersediaan air yang dapat dipanen dengan menggunakan metode *rainwater harvesting* untuk setiap bulannya pada perumahan G-Land Padalarang. Hubungan antara ketersediaan dan kebutuhan air dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini :

Tabel 7. Hubungan Antara Ketersediaan dan Kebutuhan Air

Bulan	Isi Tangki Awal	Ketersediaan Air (liter)	Kebutuhan Air/bulan	Isi Tangki Akhir	Kapasitas Tangki 18000 liter
Januari	0	14.553	13080	1.473	OK
Februari	1.473	20.166	13080	8.559	OK
Maret	8.559	17.464	13080	12.943	OK
April	12.940	15.296	13080	15.159	OK
Mei	15.150	16.959	13080	19.038	LUBER
Juni	18.000	6.801	13080	11.721	OK
Juli	11.72	13.395	13080	12.036	OK
Agustus	12.03	6.742	13080	5.698	OK
September	5.698	16.691	13080	9.309	OK
Oktober	9.309	21.206	13080	17.435	OK
Nopember	17.430	17.969	13080	22.324	LUBER
Desember	18.000	6.742	13080	11.662	OK
Total		173.983	170.040		

Dari hasil analisis hubungan antara kebutuhan dan ketersediaan air serta kapasitas tangki penyimpanan air diatas menunjukkan dengan adanya konsep *rainwater harvesting* pada perumahan G-Land Padalarang. kebutuhan air untuk non konsumsi seperti menyiram tanaman atau kebun, toilet, mencuci prabot keluarga dan kebersihan rumah, dengan jumlah penghuni rumah 4 orang yaitu sebesar 436 liter/hari (52% dari kebutuhan total) atau 13.516 liter/bulan dengan kapasitas tangki penyimpanan 18.000 liter.

Dapat dilihat pada bulan januari dari tanggal 1 sampai tanggal 31 kebutuhan air untuk non konsumsi sebesar 437 liter/hari dapat terpenuhi setiap harinya. Namun pada bulan februari tangki penyimpanan air hujan mengalami kondisi kosong selama 2 hari yaitu pada tanggal 20 samapi tanggal 21, hal ini disebabkan karena curah hujan yang sangat rendah pada bulan tersebut. Untuk bulan maret sampai bulan desember kebutuhan air (52% dari kebutuhan total) dapat terpenuhi pada setiap bulannya, akan tetapi ada beberapa hari dimana tangki penyimpanan air hujan dengan kapasitas 18.000 liter mengalami luber (*overload*) dikarenakan curah hujan yang tinggi yaitu terjadi pada awal bulan April tanggal 7, Pada akhir nulan mei yaitu pada tanggal 20,22 dan 25, serta pada awal pertengahan bulan juni yaitu pada tanggal 9.

Dengan demikian dari hubungan antara ketersediaan air dan kebutuhan serta kapasitas tangki penyimpanan air hujan dengan kapasitas tangki 18.000 liter, terlihat bahwa dari seluruh hujan yang terjadi sepanjang tahun pada atap perumahan G-Land Padalarang tidak semuanya mampu ditampung oleh tangki penyimpanan, namun kapasitas tangki 18.000 mampu memenuhi untuk kebutuhan air sepanjang tahun yaitu sebesar 52% dari kebutuhan total.

## 5. KESIMPULAN

1) Potensi air hujan yang dapat dipanen pada perumahan G-Land Padalarang dengan curah hujan tahunan sebesar 2.929 mm/tahun dan luas *cathment area* 66 m<sup>2</sup> serta koefesien *run off* 0,9

maka volume air hujan yang dapat dipanen dalam satu tahun yaitu sebesar 173.983 liter.

- 2) Penggunaan air pada Perumahan G-Land Padalarang yaitu sepenuhnya menggunakan air tanah, dengan kebutuhan air sebesar 210 liter/orang/hari, dimana kebutuhan total dalam satu tahun dengan jumlah penghuni rumah 4 orang yaitu sebesar 306.600 liter/tahun.
- 3) Dengan menggunakan metode *rainwater harvesting* pada perumahan G-Land Padalarang yaitu mampu mengurangi penggunaan air tanah sebesar 52% dari kebutuhan total.

## REFERENSI

1. Budi, Harsoyo. (2010). Teknik Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Upaya Penyelamatan Sumber Daya Air di Wilayah DKI Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 12.
2. Gunawan, Randi;. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *Jurnal perancangan dan pengembangan wilayah*, 10.
3. Ilham ali, Suhardjono, Andre Primantyo Hendrawan. (t.thn.). Pemanfaatan Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainwater. *Jurnal*, 13.
4. Juliana, Imroatul Chalimah; (2017). Model Pengelolaan Air Hujan Pada Skala Rumah Tangga Dengan Konsep Rainwater Harvesting. *Ringkasan Disertasi*, 47.
5. K.Linseley, Ray; B.Franzini, Joseph; Sasongko, Djoko;. (1996). *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga.
6. Kodoatie, Robert J; Sjarief, Roestam;. (2010). *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: CV. Andi offset.
7. Sari, Winda Diana;. (2016). Studi Rainwater Harvesting dan Sumur Resapan di Asrama Kindang Pananjung ITB. *Skripsi*, 106.
8. Wilson, E.M;. (1993). *Hidrologi Teknik Edisi Keempat*. Bandung: ITB.
9. Wiyono, Agung;. (2011). *Pengembangan Sumber Daya Air*. Bandung: ITB.
10. Yulistyorini, Anie;. (2011). Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif. *Jurnal*, 10.
11. *Rainwater Harvesting Project at the Development Technology Unit of School of Engineering, University of Warwick, UK*
12. Kartasapoetra, G; Sutedjo dkk. 1987. *edisi kedua : Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta : Rineka Cipta