

## PEMANFAATAN INSTALASI TAMAN HIJAU PADA ATAP MIRING UNTUK MENGURANGI LIMPASAN AIR HUJAN

Endah Lestari<sup>1\*</sup>, Muhammad Sofyan<sup>2</sup>, Buddy Pamuji<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Sipil STT PLN

<sup>3</sup> Arsitek PT. Matlom Aera Persada

\*[endahlestari@sttpln.ac.id](mailto:endahlestari@sttpln.ac.id)

**Abstrak:** Taman atap merupakan salah satu teknologi tiruan dari kondisi penerapan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam pengendalian sumber daya untuk mengurangi volume limpasan air hujan. Taman atap sebagai penyeimbang ekosistem kota dapat meningkatkan ketersediaan ruang terbuka hijau sebagai daerah resapan air, ditengah berkurangnya daerah resapan pada hunian perkotaan. Taman atap menangkap air hujan secara langsung yang berakibat pengurangan volume air limpasan hujan yang akan mengalir ke sungai dan laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa jumlah limpasan yang dihasilkan setelah melalui taman atap sebagai area resapan tiruan. Diharapkan dari penelitian ini akan menghasilkan pembuktian bahwa instalasi taman atap dapat mengurangi volume limpasan air hujan. Penelitian direncanakan secara *experimental* pada atap hunian perkotaan dengan kemiringan atap 30-35°. Pembuatan instalasi taman hijau dimodifikasi dan disesuaikan dengan struktur atap yang ada, dengan pertimbangan penggunaan material yang ringan dan aman bagi atap. Dilakukan pengukuran berapa jumlah volume limpasan yang dihasilkan secara aktual. Dari analisa didapatkan bahwa sejumlah sekitar 68,42% dari total volume limpasan hujan yang dapat terinfiltrasi bila keseluruhan atap di daerah penelitian tertutup seluruhnya oleh taman hijau. Perhitungan berat dari 1 buah instalasi *box planter* adalah 42,73 N/mm<sup>2</sup> (MPa), sehingga untuk maksimum instalasi *box planter* yang dapat diaplikasikan berjumlah 13 buah.

Kata kunci: limpasan air hujan, taman atap, atap miring, resapan

### I. PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Peran sumber daya alam sangatlah penting dalam memenuhi kehidupan manusia dan harus dikelola sepenuh-penuhnya dengan cara-cara yang tidak merusak. Salah satu sumber daya alam yang dapat dikelola adalah sumber daya air yang berupa air hujan. Pengelolaan sumber daya air ini termasuk pemanfaatan, pelestarian dan pengendalian.

Vegetasi merupakan komponen penting dalam meningkatkan kualitas lingkungan hidup sebagai penyeimbang ekosistem. Vegetasi membantu menyerap karbon yang diakibatkan oleh efek rumah kaca dan dapat menurunkan temperature udara melalui evapotranspirasi.

Dalam meningkatkan kualitas lingkungan dengan vegetasi adalah dengan meningkatkan ketersediaan dan efektifitas ruang terbuka hijau (RTH) pada perkotaan. Menurut Undang Undang (UU) Nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang mensyaratkan Ruang Terbuka Hijau pada wilayah kota paling sedikit 30% dari luas wilayah kota. Konsekuensinya untuk setiap lahan yang ditempati, idealnya minimal 70% digunakan untuk bangunan dan 30% untuk lahan hijau. Tapi kenyataannya adalah berbeda. Masyarakat di kota-kota besar membangun 100% dari luas lahannya untuk bangunan. Hal inilah yang menyebabkan kurangnya ketersediaan lahan hijau untuk meresapkan air hujan.

Mengingat terbatasnya lahan yang tersedia di kota-kota besar, strategi adaptasi baru seperti menempatkan vegetasi langsung pada bangunan atap menjadi solusi yang paling inovatif dan sangat menarik. Instalasi taman diatas atap diharapkan dapat meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan dengan dapat mengurangi energi panas yaitu sebagai insulator panas.

Penelitian di Madrid menunjukkan bahwa taman di atas atap dapat mengurangi beban pendinginan pada bangunan tempat tinggal sebesar 6% selama musim panas [1].

Potensi taman di atas atap menjadi salah satu solusi untuk memecahkan masalah dalam mengurangi volume limpasan air hujan yang jatuh ke badan-badan air karena kurangnya daerah resapan air. Taman atap merupakan tiruan dari kondisi penerapan ruang terbuka dalam menangkap air hujan pada saat musim penghujan. Efektifitas taman atap dapat langsung berkorelasi dengan ketebalan dan sifat dari media tumbuh dari taman atap. Sebagian dari hujan disimpan dalam media taman atap dan oleh tanaman akan dikembalikan ke atmosfer melalui evapotranspirasi. Taman pada atap menunda air limpasan yang mengalir masuk ke dalam saluran-saluran kota, yang merupakan masalah yang signifikan bagi banyak kota-kota besar di dunia.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemakaian taman atap belum sepenuhnya dapat dilaksanakan di beberapa negara maju terlebih lagi di negara-negara berkembang dikarenakan biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan jangka panjang yang tinggi. Bentuk atap yang digunakan juga dapat mempengaruhi konstruksi dan instalasi dari taman atap. Dengan latar belakang ini, sangat menarik untuk dilakukan penelitian atau studi terhadap jenis taman atap yang dapat disesuaikan dengan bentuk atap yang paling banyak digunakan dengan material yang murah dan mudah dalam rangka mengurangi limpasan air hujan.

### **Tinjauan Pustaka**

Sumber daya air merupakan bagian dari sumber daya alam yang mempunyai sifat yang sangat berbeda dengan sumber daya lainnya. Air adalah sumber daya yang terbaharui, bersifat dinamis mengikuti siklus hidrologi yang secara alamiah berpindah-pindah serta mengalami perubahan bentuk dan sifat (Kodoatie, 2002). Terdapat dua sumber daya air yaitu air bawah tanah dan air permukaan tanah. Air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah seperti air sungai, air waduk, air kolam, air dalam sistem irigasi dan sistem drainase serta air yang keluar dari sumber mata air. Air ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan misalnya untuk kebutuhan domestik, irigasi dan pertanian, pembangkit listrik, pelayaran di sungai serta industri dan pariwisata (Kodoatie dan Syarif, 2005).

Air hujan merupakan salah satu sumber dari aliran permukaan. Dalam pengelolaan sumber daya air meliputi beberapa aspek, yaitu pemanfaatan, pelestarian dan pengendalian. Selain memberi manfaat, air juga memiliki daya rusak fisik maupun kimiawi. Untuk itu dalam pengendaliannya, dapat ditingkatkan dengan adanya resapan air ke dalam tanah untuk mengurangi air limpasan permukaan langsung pada saluran-saluran/badan-badan air dan mencegah terjadinya pencemaran terhadap air.

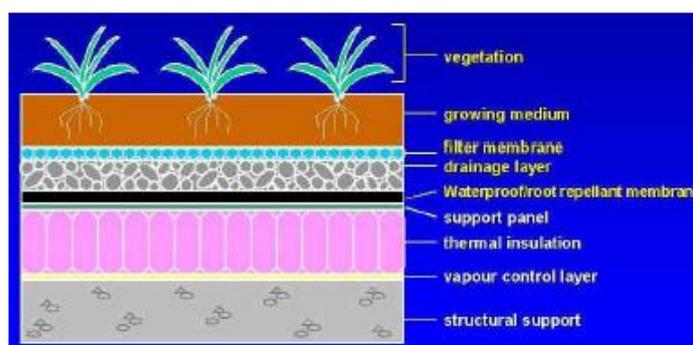
Pengelolaan sumber daya air khususnya air hujan adalah usaha dalam mengurangi kapasitas limpasan yang diakibatkan oleh air hujan. Beberapa metode pengelolaan air hujan adalah penangkapan air hujan dengan mengumpulkan air hujan melalui atap, taman atap, waduk resapan, sumur resapan, dan beberapa teknologi resapan buatan (*artificial recharge*) lainnya. Konsep drainase Konvensional yaitu mengataskan kelebihan air hujan secepat-cepatnya dialirkan ke badan air terdekat yaitu drainase, sungai dan laut, ikut berperan dalam menimbulkan genangan-genangan pada daerah sekitar pengatasan. Drainase Konvensional juga membuat berkurangnya cadangan air tanah.

Konsep Eko Drainase adalah salah satu konsep drainase ramah lingkungan yang dapat diartikan sebagai konsep mengelola (*water management*) dan memanen air hujan (*rain harvesting*) dengan jalan menampung sebagai cadangan air bersih, meresapkan ke dalam tanah sebagai cadangan air tanah, mengalirkan mengalir melalui saluran drainase sebagai upaya untuk menanggulangi genangan dan banjir, dan pemeliharaan sebagai upaya untuk menjamin keberlanjutan infrastruktur drainase dan kualitas air yang ada (Maryono A, 2014)

## Taman Atap

Taman Atap atau lebih dikenal dalam bahasa Inggris *Roof Garden* atau *Green Roof* adalah ruang terbuka hijau yang dibuat dengan menambahkan lapisan tanaman di atas sistem atap. Konstruksi lapisan sistem taman atap dari atas ke bawah adalah sebagai berikut:

- Tanaman, biasanya dipilih tanaman khusus untuk aplikasi tertentu
- Sistem pengairan dan pengontrolan
- Media tumbuh rekayasa, bukan tanah
- Filter berupa kain, tempat akar, media tumbuh, memungkinkan untuk penetrasi air
- Lapisan drainase khusus, penampungan air yang dibuat khusus
- Lapisan membran anti air
- Struktur atap, dengan insulator



Gambar 1 Konstruksi Taman Atap (McRae, 2013)

Ada beberapa desain penting dan perbedaan struktural antara pembuatan tanaman yang di permukaan tanah dan pembuatan tanaman di atap. Berikut adalah persyaratan konstruksi khusus dan pertimbangan dalam mengembangkan taman atap.

- **Perlindungan Atap dan Struktur**  
Unsur yang paling penting dalam pembangunan taman atap adalah melindungi integritas atap dan komponen struktur di bawah taman. Untuk alasan ini harus ada lapisan tahan air jangka panjang untuk mencegah kerusakan dan mengurangi kemungkinan rekonstruksi/perbaikan dengan biaya tinggi. Untuk alasan ini perlu direkomendasikan lapisan/membran tahan air yang bagus untuk dapat ditambahkan ke struktur yang ada agar dapat bertahan lama.
- **Kapasitas Beban (*Load Bearing Capacity*)**  
Tenaga ahli harus memverifikasi kapasitas beban (*load bearing capacity*) maksimum yang dapat dipikul oleh struktur yang ada. Biasanya batas beban mati tambahan minimal adalah 150 psf antara kolom yang diperlukan untuk mengakomodasi pembangunan taman atap. Beban di atas kolom dan di tepi atap dapat jauh lebih tinggi, namun hal ini harus dikonsultasikan pada tenaga ahli dibidang struktur terlebih dahulu. Area dengan kapasitas besar dapat digunakan untuk menampung spesimen tanaman yang lebih besar. Walaupun atap bangunan dapat memikul beban lebih, berat daripada taman atap harus berperan dalam desain. Menggunakan bahan-bahan yang terbuat dari plastik, fiberglass atau wadah penanaman busa dan hindari pemakaian paving (batu bata/batako).
- **Lapisan Tahan Air (*Waterproofing*)**  
Sistem *waterproofing* harus dipasang untuk melindungi struktur bangunan. Sebuah sistem *waterproofing* dipasang dengan baik dapat bertahan seumur hidup bangunan, namun bila ada kebocoran kecil dapat mengakibatkan perombakan seluruh taman untuk menemukan dan memperbaiki kerusakan.
- **Ketentuan Penanaman**  
Konstruksi atap hijau dibuat terdiri dari lapisan-lapisan. Kegagalan komponen tanaman dapat menyebabkan kerusakan yang cukup nyata dan membutuhkan biaya yang mahal

untuk memperbaikinya. Oleh karena itu sangat penting untuk berhati-hati dalam memilih metode penanaman untuk pembuatan taman atap ini.

- **Saluran Air (Drainase)**  
Saluran air pada atap yang ada harus sesuai untuk digunakan dalam taman atap. Beberapa modifikasi diperlukan untuk mengakomodasi kebutuhan taman atap. Jumlah dan ukuran yang tepat dibutuhkan untuk kebutuhan taman atap. Modifikasi dibuat untuk mempermudah akses ke saluran air atap dan bagaimana akses untuk membersihkannya. Untuk menghindari kerusakan atap yang disebabkan oleh genangan air, dibutuhkan pengaturan drainase/saluran air khusus atap.
- **Pertimbangan Iklim**  
Iklim dan paparan dapat menjadi faktor utama dalam keberhasilan ruang luar. Hal ini merupakan bahan pertimbangan dalam pemilihan bahan tanaman, tapi juga faktor penggunaan pada manusia dan kenyamanan. Angin, matahari, bayangan serta temperatur yang ekstrem, musim hujan dan musim kemarau merupakan masalah yang jauh lebih besar dihadapi oleh taman atap daripada jenis ruang terbuka lainnya.
- **Kemiringan Atap**  
Dalam membangun taman atap sebaiknya tidak hanya dapat diaplikasikan pada atap datar atau dak beton, tetapi juga dapat diaplikasikan pada atap model pelana, atap perisai, atap limas, dan lain-lain. Kemiringan atap yang dianjurkan adalah di atas 10° dan tidak lebih dari 45°. Atap dengan kemiringan atap lebih dari 45° tidak cocok digunakan untuk sistem taman atap. Atap dengan kemiringan kurang dari 2° akan menyebabkan genangan-genangan air dan dapat menyebabkan kerusakan pada atap seperti bocor.  
Model atap pada bangunan perumahan di kota-kota besar sangat menentukan penginstalasian taman atap. Berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh pemakaian penutup atap paling banyak adalah pemakaian atap genteng dari tanah liat dan atap seng. Untuk kemiringan atap genteng sekitar 30°- 35° dan untuk atap seng adalah 10° - 15°.

### **Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh instalasi taman hijau pada atap bangunan terhadap volume limpasan air hujan melalui pembuatan model instalasi taman hijau pada atap miring di wilayah hunian perkotaan.

Tujuan dari penelitian yang ingin dicapai adalah:

- 1) Mengetahui teknik konstruksi taman atap dalam upaya mengurangi limpasan air permukaan.
- 2) Mengetahui teknik aplikasi taman pada atap miring di bangunan hunian perkotaan.
- 3) Mengetahui pengaruh taman dalam pengelolaan sumber daya air.
- 4) Memberikan alternatif pengelolaan sumber daya air.

## **II. METODOLOGI**

### **Tahapan Penelitian**

Penelitian mengenai pengaruh taman hijau dalam mengurangi limpasan di bangunan hunian perkotaan di Jakarta yang dilaksanakan di tempat terbuka. Lokasi penelitian dilakukan di daerah Kemayoran, Jakarta Pusat. Dengan membuat bak media berukuran Panjang 100cm, lebar 100cm dan tinggi 50cm. Pada bak media pertama dengan menggunakan pot-pot berdiameter 3 inch, sedangkan pot yang kedua berisi tanaman dengan menggunakan pot persegi Panjang dengan ukuran 50x20x20 cm. Kedua jenis bak menggunakan 3 jenis tanaman. Untuk pengujian dari penelitian ini dengan menggunakan hujan buatan untuk mengetahui limpasan yang terjadi dari kedua bak media tersebut. Tahapan pelaksanaan yang akan dilakukan diantaranya adalah:

1. Tahapan Studi Literatur
2. Tahapan Perancangan/Desain
3. Tahap Persiapan Material
4. Tahap Pembuatan Instalasi Taman Hijau
5. Pemasangan Instalasi Taman Hijau

6. Pengujian Benda Instalasi
7. Analisis Hasil dan Pembahasan

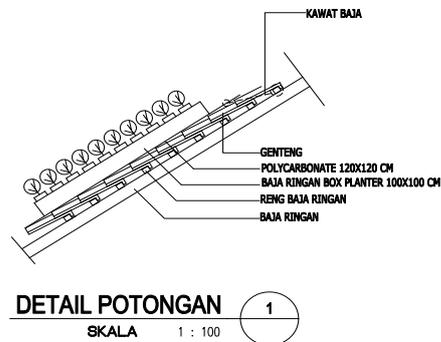
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pembuatan benda uji

Benda uji yang akan dibuat adalah berupa kotak berbentuk persegi panjang yang terbuat dari polikarbonat tebal 5mm dengan ukuran 120x120 cm dilapisi dengan geotextile non woven yang berguna untuk menyaring partikel-partikel tanah. Ukuran instalasi adalah 120x120x50 cm yang didalamnya berisi pipa-pipa PVC ukuran 3 inch yang dipotong-potong sepanjang 10 cm. Pipa-pipa PVC tersebut akan digunakan sebagai tempat media tanam dan tanaman sejumlah kurang lebih 105 bh. *Box Planter* akan diikatkan pada reng baja ringan dengan menggunakan kabel sling baja 6mm.



Gambar 2. Desain Instalasi Rancangan Taman Atap



Gambar 3. Detail Potongan Instalasi Rancangan *Box Planter* pada atap miring

#### Pemasangan Benda Uji

Benda uji yang telah dibuat sesuai dengan ukuran yang diinginkan, maka benda uji dapat dipasang pada atap rumah dengan kemiringan 30°. Kabel sling baja yang sudah dipasang pada benda uji dikaitkan pada reng baja ringan yang merupakan bagian dari rangka atap rumah.



Gambar 4. Pengikatan kabel sling baja pada reng baja ringan



Gambar 5. Benda uji terpasang



Gambar 6. Instalasi Taman Atap

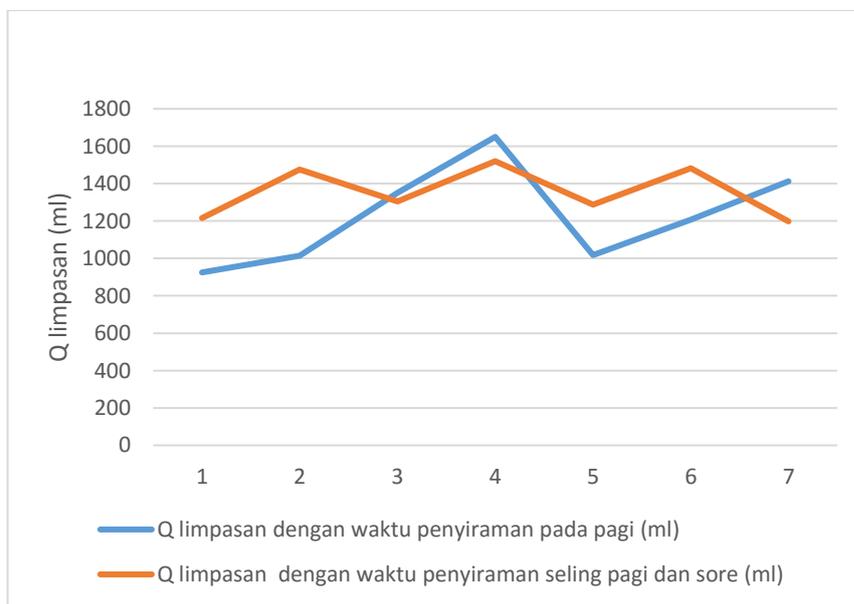
**Pelaksanaan Pengujian dan Pengumpulan Data**

Tahap ini merupakan tahap melakukan pengujian pada benda uji yang telah dibuat. Pengujian benda uji adalah berupa penyiraman pada benda uji. Dari hasil penyiraman ini akan didapatkan volume air yang masuk ke dalam benda uji dan volume limpasan setelah air masuk ke dalam benda uji.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan pola penyiraman 2 jenis, yaitu 7 hari dengan pola penyiraman pada waktu pagi hari dan yang ke dua dengan waktu penyiraman di selang-seling pagi dan sore hari. Jumlah volume air yang masuk ke dalam instalasi sejumlah 6 liter (6000 ml). Tabel I menggambarkan perbedaan debit dengan 2 pola penyiraman.

Tabel I. Data Debit Limpasan (Q) Dengan Waktu Penyiraman Pagi Hari dan Selang Seling

No.	Q limpasan dengan waktu penyiraman pada pagi (ml)	Q limpasan dengan waktu penyiraman selang pagi dan sore (ml)
1	925	1215
2	1015	1475
3	1350	1304
4	1650	1520
5	1017	1287
6	1207	1483
7	1413	1198



Gambar 7. Grafik debit limpasan (Q) dengan waktu penyiraman pagi hari dan waktu penyiraman selang seling pagi dan sore hari

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa penyiraman yang dilakukan secara regular (pengujian I) setiap hari di waktu yang sama menghasilkan jumlah debit yang fluktuatif dikarenakan pada pagi hari sinar matahari mempercepat infiltrasi air ke dalam media tanam, dan media tanam cepat menjadi lantasanah tdk jenuh. Sedangkan pada pola penyiraman di selang seling pagi dan sore (pengujian II) menghasilkan debit limpasan naik turun (konstan) karena waktu penyiraman yang terlalu dekat dan waktu penyiraman yang terlalu jauh. Pada

saat penyiraman dengan jarak waktu dekat lapisan tanah jenuh sehingga debit yang dihasilkan besar dibandingkan pada saat penyiraman dengan jarak waktu jauh.

### Analisa Pembebanan Struktur Atap Terhadap Instalasi

perhitungan kekuatan maksimum yang dapat dipikul oleh rangka atap dalam hal ini reng baja ringan untuk dapat memikul rancangan instalasi atap hijau.

Untuk 1 set instalasi taman atap yang terdiri dari:

- Pipa PVC 105 buah dengan dimensi diameter 3inch dan tinggi 10 cm, berat PVC isi media tanam = 433 gram/bh, jadi total 45.465 gram = 45 kg.
- 1 buah Polycarbonate ukuran 120x120 cm tebal 5 mm, memiliki berat = 0,875 kg
- Baja ringan 4 meter, tebal 0,75 mm, memiliki berat = 3,4 kg

Jadi total 1 set instalasi taman atap diperkirakan memiliki berat  $\pm 49,275 \text{ kg} \approx 49 \text{ kg}$ .

Untuk perhitungan pembebanan struktur yang diperbolehkan adalah sebagai berikut:

Beban mati atap =  $10 \text{ kg/m}^2$

Berat instalasi = 50 kg

Beban terpusat atap =  $1,2 \times 1,2 \times 10$   
= 14,4 kg

Beban total atap =  $50 + 14,4$   
= 64,4 kg

$\sin \alpha = \frac{x}{6}$

$\sin 30^\circ = \frac{x}{6}$

X =  $6 \times \sin 30$   
= 2,72

L =  $\sqrt{6^2 - 2,72^2}$   
= 5,34 m

Momen maksimum

=  $\frac{1}{2} \times L \times P$

=  $\frac{1}{2} \times (5,34) \times (64,4)$

= 171, 948 kgm = 1719480 Nmm

Tegangan ijin = 550 MPa (Baja Ringan)

Perhitungan tegangan maksimum/ultimate balok kantilever

$$\sigma = \frac{M.y}{Ix} \quad (1)$$

Keterangan:

$\sigma$  = tegangan lentur

y = tinggi serat baja ringan = 114,3 mm

M = momen inersia baja ringan = 4598857 mm

Jadi,

$$\sigma = \frac{1719480 \times 114,3}{4598857}$$

= 42,73 N/mm<sup>2</sup> (MPa)

Syarat :  $\sigma < \sigma \text{ ijin}$

42,73 < 550 (Aman)

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan yang dapat disimpulkan sebagai berikut. Dalam hal perhitungan berat dari instalasi Taman Atap, diperkirakan untuk 1 buah instalasi memiliki berat  $\pm 49,275 \text{ kg} \approx 49 \text{ kg}$ . Sehingga sesuai dengan perhitungan pembebanan struktur, untuk jumlah instalasi yang diijinkan dan memenuhi syarat dipasang pada atap hunian pada penelitian adalah berjumlah maksimal 13 buah.

Hasil pengujian limpasan pada kedua metode waktu penyiraman menghasilkan debit limpasan yang hamper sama, hanya di beberapa waktu terjadi limpasan minimum pada hari pertama pelaksanaan penelitian dikarenakan kondisi tanah yang tidak jenuh sehingga air menyerap secara maksimal. Prosentase debit limpasan pada pengujian I dan II sekitar 20-22%. Pemasangan *box planter* dapat digunakan untuk mengurangi limpasan yang terjadi di hunian perkotaan di Jakarta, karena dari analisa data menunjukkan bahwa taman atap berpengaruh dalam menghambat laju air yang mengalir dari air hujan agar tidak langsung mengalir ke saluran drainase sehingga berdampak positif terhadap pengurangan limpasan air hujan.

Dikarenakan pada penelitian ini dilakukan pada musim kemarau sehingga menggunakan hujan buatan, maka diharapkan untuk penelitian berikutnya dapat menggunakan air hujan yang aktual sehingga dapat lebih akurat dalam menganalisis dan mendapatkan data-data di lapangan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya untuk dapat diuji coba dengan beberapa macam media tanam, dan diteliti lebih mendetail lagi sehingga didapat jenis media tanam seperti apa yang dapat secara maksimal menyerap air hujan sehingga akan menghasilkan debit limpasan yang lebih kecil.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih atas pendanaan penelitian ini oleh Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK DIKTI) dan KOPERTIS Wilayah III melalui STT PLN Jakarta Barat. Penelitian ini merupakan Hibah Dikti skema Penelitian Dosen Pemula tahun anggaran 2019 dengan nomor kontrak 005/1/A01/PDP/2019.

#### REFERENSI

- [1] E. Korol and N. Shushunova. 2016. "Benefits of a Modular Green Roof Technology, *Procedia Engineering*, vol. 161.
- [2] Donnell-Kilmer, N, Rooftop Gardens A Green Solution to Los Angeles' Urban Problems. *Journal Article*. 2012, pp. 77.
- [3] Gibler, M. R, 2015. Comprehensive Benefits of Green Roofs. World Environmental and Water Resources Congress 2015, 2244-2251.
- [4] Kodoatie dan Basuki. 2005. *Dampak Negatif terhadap Kelestarian Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [5] Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [6] Maryono, Agus, 1996. Konsep Ekodrainase Sebagai Pengganti Drainase Konvensional, <http://bebasbanjir2025.wordpress.com/artikeltentang-banjir/agus-maryono/>
- [7] McRae, Anderson. 2013. *Design and Development of a Roof Garden*. USA: McCarenDesigns, Inc.
- [8] Meder, Amanda, 2010, <http://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologipengendalian-banjir/rain-gardens/>
- [9] Nagase, Ayako Dunnett, Nigel, 2012. Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landscape and Urban Planning*, 104, 356-363
- [10] Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- [11] Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [12] Ugai, Takao, Evaluation of Sustainable Roof from Various Aspects and Benefits of Agriculture Roofing in Urban Core. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2016, 216, 850-860.

Halaman ini sengaja dikosongkan