

## PENGENDALIAN AIR LIMPASAN PERMUKAAN DENGAN PENERAPAN KONSEP EKODRAINASE (STUDI KASUS KELURAHAN ORO-ORO DOWO KOTA MALANG)

Kartika Eka Sari<sup>1</sup>, Donny Harisuseno<sup>2</sup>, Cut Amelinda Shafira<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>2</sup> Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

<sup>1</sup> Email : [kartika\\_plano@yahoo.co.id](mailto:kartika_plano@yahoo.co.id)

Diterima (received): 13 Februari 2018

Disetujui (accepted): 19 April 2018

### ABSTRAK

Kota Malang menjadi salah satu kota di Indonesia yang tidak luput dari permasalahan genangan dan banjir, termasuk Kelurahan Oro-Oro Dowo yang terletak di Kecamatan Klojen, Kota Malang. Berdasarkan pengamatan awal, terdapat beberapa titik genangan yang terjadi di Kelurahan Oro-Oro Dowo. Hal ini disebabkan oleh kurangnya lahan resapan air dan permasalahan yang terdapat pada saluran drainase. Penanganan genangan yang disebabkan tingginya debit limpasan tidak lagi dapat diatasi hanya dengan penanganan pada saluran drainase. Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan penerapan drainase ramah lingkungan atau ekodrainase dengan prinsip pengendalian air limpasan dengan cara ditampung dan diresapkan. Metode penanganan air limpasan yang diterapkan adalah rain harvesting, sumur resapan dan biopori. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sistem drainase wilayah studi dan mengembangkan arahan penerapan ekodrainase pada wilayah yang terindikasi terjadi genangan. Metode yang digunakan dalam analisis drainase adalah metode rasional. Berdasarkan hasil analisis, dibutuhkan 983 unit rain harvesting, 4130 buah sumur resapan dan 273.198 buah biopori untuk mengendalikan sebanyak 80% debit limpasan. Berdasarkan rekomendasi penerapan kriteria standar dan karakteristik lokasi, jumlah ekodrainase yang dapat diterapkan sebanyak 983 unit kombinasi rain harvesting dan sumur resapan serta 1045 buah biopori yang direncanakan pada 11 catchment area saluran drainase yang terindikasi terjadi genangan.

**Kata Kunci** : limpasan; drainase; ekodrainase

### A. PENDAHULUAN

Banjir menjadi permasalahan yang umum terjadi di beberapa kota di Indonesia. Tak hanya terjadi satu atau dua kali, namun terjadi secara berulang-ulang terutama selama musim hujan tiba. Permasalahan banjir menjadi permasalahan yang sulit untuk diselesaikan. Menurut Suripin (2004), jika dirunut ke belakang, akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari pertambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi baik migrasi musiman maupun permanen. Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang cepat dapat menyebabkan perubahan tata guna lahan, seperti lahan-lahan yang pada awalnya berupa lahan terbuka berubah menjadi areal permukiman. Suripin (2004) menjelaskan bahwa dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran air permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Akibat selanjutnya adalah

distribusi air yang timpang pada musim hujan dan musim kemarau, debit banjir meningkat dan ancaman kekeringan.

Kota Malang adalah salah satu kota besar di Provinsi Jawa Timur yang mengalami perkembangan yang cukup pesat. RTRW Kota Malang Tahun 2010-2030, Kota Malang memiliki permasalahan dalam alih fungsi lahan yang terjadi secara cepat dan tidak sesuai dengan fungsi yang ditetapkan. Banyak terjadi alih fungsi ruang/lahan secara ilegal pada bantaran sungai atau rel kereta, yang berpotensi dikembangkan sebagai jalur hijau atau RTH (RTRW Kota Malang 2010-2030). Menurut Suhardjono (2015), berkembangnya suatu kawasan perkotaan, selalu diikuti dengan berkurangnya daerah resapan air hujan. Kondisi ini akan meningkatkan volume air permukaan yang masuk ke dalam saluran drainase. Akibatnya, akumulasi air hujan membesar dan menyebabkan terlampauinya kapasitas sistem drainase yang ada, selanjutnya menimbulkan banjir (Suhardjono, 2015).

Menurut Rencana Induk Saluran Drainase Kota Malang tahun 2013 bahwa Jalan Ijen, Jalan Semeru, Jalan Jaksa Agung Suprpto dan Jalan Pahlawan Trip di Kelurahan Oro-Oro Dowo memiliki permasalahan genangan yang disebabkan oleh saluran drainase yang berada di bawah jalan dan salurannya diberi penutup jeruji besi, inlet-inlet yang tersedia sudah mulai banyak sampah dan kurang memadai sebagai tempat masuknya air yang mengalir. Selain itu, saluran yang berdimensi kecil dan banyak sampah juga menjadi penyebab terjadinya genangan. Jalan raya yang cenderung cekung juga menjadi penyebab genangan terjadi saat hujan.

Menurut Suripin (2004) berdasarkan klasifikasi usaha *structural* dan *non structural* dalam manajemen dataran banjir, prioritas utama kegiatan harus ditujukan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan (*rainfall retention facilities*). Penanganan genangan dengan upaya normalisasi saluran, normalisasi sungai atau pelebaran saluran drainase tidak lagi ampuh karena hanya dapat mengatasi masalah drainase dalam jangka pendek.

Hasil analisis saluran drainase berdasarkan data hasil survei di lokasi studi, menunjukkan bahwa terdapat 86 saluran drainase dimana 48 saluran merupakan saluran *collector* dan 38 saluran merupakan saluran *conveyor*. Dari 86 saluran tersebut, sebanyak 76 saluran dapat menampung debit limpasan yang masuk dan 11 saluran tidak dapat menampung debit limpasan yang masuk, sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi genangan pada *catchment area* saluran tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dibutuhkan upaya untuk meminimalisir genangan dan banjir yang terjadi pada beberapa titik di Kelurahan Oro-Oro Dowo Kota Malang ketika hujan terjadi yang efektif dan efisien. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan cara penerapan konsep drainase berkelanjutan atau ekodrainase. Konsep dasar pengembangan drainase berkelanjutan adalah meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki dan konservasi lingkungan (Suripin, 2004). Konsep ekodrainase yang akan diterapkan adalah *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi saluran drainase yang kemudian dievaluasi untuk mengetahui saluran yang terindikasi memiliki permasalahan genangan, kemudian

membuat arahan pengendalian air limpasan pada *catchment area* saluran drainase yang memiliki permasalahan tersebut dengan penerapan ekodrainase.

## B. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan survey primer di lapangan dan survey sekunder di instansi terkait. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tata guna lahan, dimensi saluran drainase, debit limpasan hujan, debit buangan rumah tangga dan alternatif pengendalian air hujan. Penjelasan mengenai perhitungan matematis ekodrainase adalah sebagai berikut.

### 1. *Rain Harvesting*

*Rain harvesting* atau teknik pemanenan air hujan merupakan salah satu alternatif penanganan banjir dan juga konservasi air. *Rain harvesting* dilakukan dengan memanfaatkan atap-atap bangunan, seperti rumah, gedung sekolah, gedung perkantoran dan lainnya. Masing-masing bangunan diasumsikan memiliki bak tampungan dengan dimensi 2 m x 2 m x 1,3 m dengan ukuran volume sebesar 5,2 m<sup>3</sup> atau 0.00144 m<sup>3</sup>/det (Petunjuk Praktis Pembangunan Penampungan Air Hujan (PAH) Pasangan Bata, Dept. PU Dirjen Cipta Karya). Metode yang digunakan untuk menghitung debit air hujan yang melimpas adalah metode rasional sebagai berikut.

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot Aca \left( \frac{m^3}{det} \right) \quad (1)$$

Keterangan :

Q = debit limpasan masuk (dari atap) (m<sup>3</sup>/det)

C = koefisien *run off*

I = intensitas hujan (mm/jam)

Aca = luas daerah tangkapan (luas atap bangunan) (Ha)

Pada penelitian ini, masing-masing rumah diasumsikan memiliki satu unit *rain harvesting* dengan kapasitas yang sama setiap rumah yaitu sebesar 0,00144 m<sup>3</sup>/det.

### 2. Sumur Resapan

Perhitungan sumur resapan pada penelitian ini menggunakan Metode Sunjoto, dengan rumus sebagai berikut.

$$H_{sumur} = \frac{Q_i}{F \cdot K} \left( 1 - e^{-\left[ \frac{F \cdot K \cdot T}{\pi R^2} \right]} \right) \quad (2)$$

$$Q_0 = F \cdot K \cdot H \quad (3)$$

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H \quad (4)$$

$$n \text{ sumur} = H \text{ sumur} / H \text{ air tanah} \quad (5)$$

$$Q_{tertampung} = Q_{masuk} - Q_{resap} \quad (6)$$

$$t \text{ sumur} = V \text{ sumur} / Q_{tertampung} \quad (7)$$

Keterangan:

H<sub>sumur</sub> = kedalaman sumur (m)

Q<sub>i</sub> = debit masuk (m<sup>3</sup>/det)

F = faktor geometrik

T = durasi hujan (detik)

R = jari-jari saluran (m)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)

Q<sub>0</sub> = debit resap sumur resapan (m<sup>3</sup>/det)

**Cut Amelinda Shafira, Kartika Eka Sari, Donny Harisuseno. Pengendalian Air Limpasan Permukaan dengan Penerapan Konsep Ekodrainase (Studi Kasus: Kelurahan Oro-Oro Dowo Kota Malang)**

- V = volume sumur resapan (m<sup>3</sup>)
- R = jari-jari sumur resapan (m)
- n sumur = jumlah sumur resapan
- Hair tanah = kedalaman air tanah (m).
- Q tertampung = debit yang direduksi sumur resapan (m<sup>3</sup>/det)
- Q limpasan = debit limpasan masuk (m<sup>3</sup>/det)
- Q resap = debit resap sumur resapan (m<sup>3</sup>/det)
- t sumur = waktu resap sumur (det)

**3. Biopori**

Diameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 cm (Sutandi, dkk, 2013), sehingga beban resap dan luas permukaan biopori menjadi tiga kali dari biopori dengan ukuran diameter 10 cm. Perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

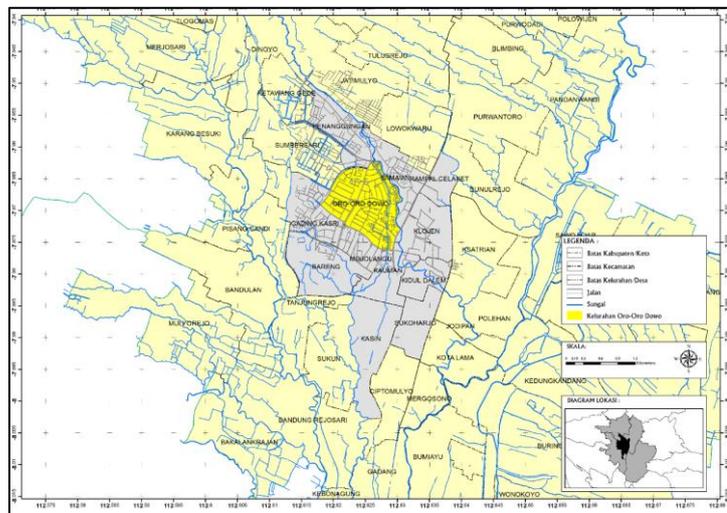
$$V \text{ limpasan} = Q \text{ limpasan} \times T \times 1000 \quad (8)$$

$$\text{Luas dinding total (m}^2\text{)} = \frac{V \text{ limpasan (l)}}{\text{Beban Resap } (\frac{\text{l}}{\text{m}^2})} \quad (9)$$

$$n \text{ biopori} = \frac{\text{Luas dinding total (m}^2\text{)}}{\text{Luas dinding per unit biopori (m}^2\text{)}} \quad (10)$$

**C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kelurahan Oro-Oro Dowo luas wilayah sebesar 1,375 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sebanyak 11.299 jiwa. Tata guna lahan terdiri atas perumahan, perdagangan dan jasa, fasilitas umum, pendidikan, dan RTH. Saluran drainase Kelurahan Oro-Oro Dowo memiliki beberapa permasalahan yang umum terjadi. Sedimentasi dan penumpukan sampah pada saluran banyak ditemukan pada beberapa saluran di Kelurahan Oro-Oro Dowo. Permasalahan lain yang terjadi adalah kerusakan saluran dan banguna pelengkap saluran yang tidak berfungsi dengan baik. Banyak inlet saluran di Kelurahan Oro-Oro Dowo yang tertutup oleh tanah, sehingga air yang mengalir pada badan jalan sulit untuk masuk ke dalam saluran.

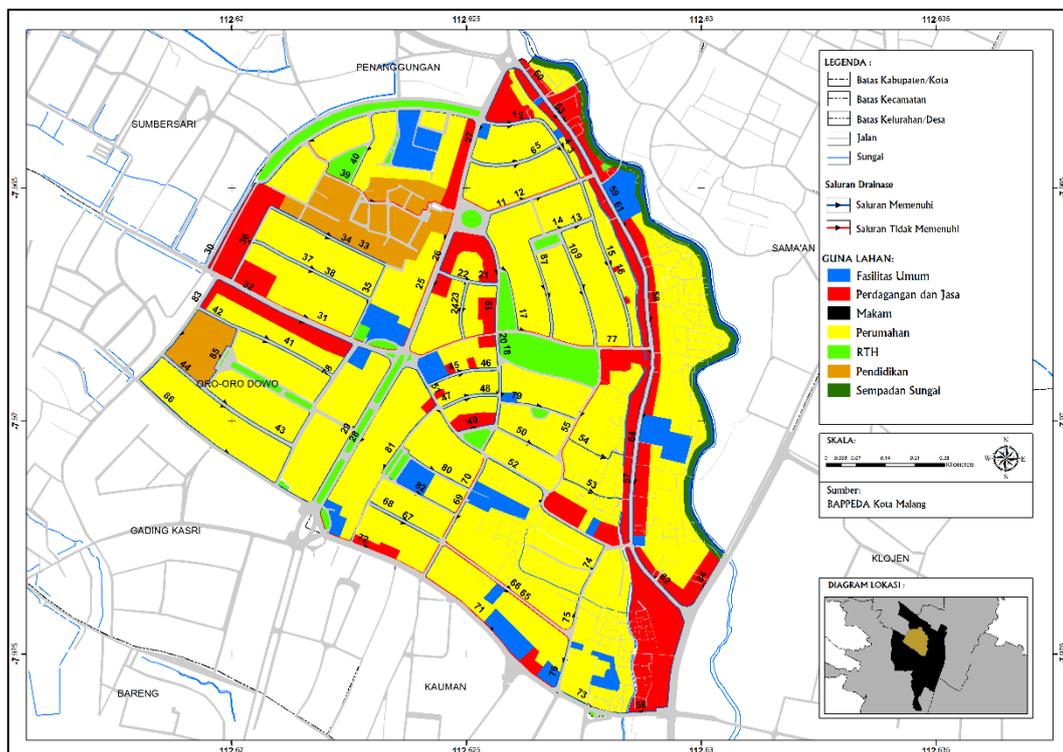


**Gambar 1.** Kelurahan Oro Oro Dowo terhadap wilayah Kota Malang

**Kartika Eka Sari, Donny Harisuseno, dan Cut Amelinda Shafira, Pengendalian Air Limpasan Permukaan dengan Penerapan Konsep Ekodrainase (Studi Kasus: Kelurahan Oro-Oro Dowo Kota Malang)**

Hasil analisis saluran drainase menunjukkan bahwa terdapat 11 saluran atau 13% tidak dapat menampung debit limpasan yang masuk dan 75 saluran atau 87% saluran dapat menampung. Terdapat beberapa potensi yang ada di Kelurahan Oro-Oro Dowo sebagai pendukung untuk diterapkannya ekodrainase, yaitu:

1. Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang terdapat di Kelurahan Oro-Oro Dowo berdasarkan Keputusan Walikota Malang No. 188.45/ /35.73.112/2016 Tentang Penetapan Taman Kota, Hutan Kota dan Jalur Hijau memiliki luas 28.970,96 m<sup>2</sup> berupa taman, RTH berupa hutan kota yaitu Hutan Kota Jalan Malabar memiliki luas 16.812 m<sup>2</sup>. RTH berupa jalur hijau di Kelurahan Oro-Oro Dowo memiliki luas 19.801,5 m<sup>2</sup>.
2. Menurut RTRW Kota Malang Tahun 2010-2030, Kecamatan Klojen memiliki tingkat kepadatan bangunan rendah hingga tinggi. Rata-rata persil di Kelurahan Oro-Oro Dowo memiliki KDB 70-90% dari luas persil. Sehingga, masih terdapat ruang terbuka berupa pekarangan rumah untuk diterapkan ekodrainase seperti *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori.
3. Adanya arahan dari RTRW Kota Malang untuk menerapkan sumur resapan di Kota Malang, terutama Kecamatan Klojen. Dengan adanya arahan tersebut, mengembangkan sistem drainase ramah lingkungan di Kelurahan Oro-Oro Dowo akan menjadi lebih mudah dan sangat potensial untuk dilakukan.



**Gambar 2** Peta guna lahan dan saluran terindikasi genangan  
Sumber: Hasil analisis, 2017

## 1. Alternatif Pengendalian Air Limpasan dengan Penerapan Ekodrainase

Sampai saat ini, konsep drainase yang dipakai di Indonesia adalah drainase konvensional yang berfungsi mengalirkan kelebihan (utamanya air hujan) ke badan air terdekat secepat-cepatnya sehingga tidak menimbulkan genangan atau banjir. Saat ini, banyak permasalahan genangan dan banjir yang terjadi karena drainase konvensional tidak lagi dapat menampung air limpasan. Hal tersebut mendorong perubahan konsep dari metode drainase konvensional menjadi drainase ramah lingkungan atau ekodrainase. Ekodrainase dapat didefinisikan sebagai upaya untuk mengelola kelebihan air (air hujan) dengan berbagai metode, seperti menampung air melalui bak tendon air untuk langsung dapat digunakan, menampung dalam tampungan buatan atau badan air alamiah, meresapkan dan mengalirkan air ke sungai terdekat tanpa menambah beban pada sungai yang bersangkutan. Pada penelitian ini, pengendalian air limpasan permukaan di Kelurahan Oro-Oro Dowo dilakukan dengan penerapan 3 ekodrainase, yaitu *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori dengan dasar sebagai berikut.

**Tabel 1.** Dasar penerapan ekodrainase

Alternatif pengendalian	Dasar penerapan ekodrainase
1. <i>Rain harvesting</i>	- Peraturan Menteri PU No 11 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya.
2. Sumur resapan	- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.
3. Biopori	- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan,
	- Penerapan ketiga ekodrainase tersebut juga didasarkan pada perbedaan penanganan air limpasan ketiga ekodrainase.
	- Kombinasi ketiga ekodrainase tersebut efektif untuk mengurangi nilai koefisien run off. (Adelia, 2011)

Sumber: Hasil Analisis, 2017

### a. *Rain Harvesting*

Total bangunan yang direncanakan untuk diterapkan *rain harvesting* adalah 983 unit. Debit limpasan atap yang masuk ke dalam *rain harvesting* adalah 8,1941 m<sup>3</sup>/det. Setelah itu, dilakukan perhitungan total debit yang dapat ditampung oleh *rain harvesting* dengan mengalikan jumlah bak dengan kapasitas bak per rumah. *Rain harvesting* memberikan kontribusi untuk menahan air hujan yang melimpas pada atap bangunan. Secara keseluruhan, *rain harvesting* dapat mengurangi debit limpasan hujan sebanyak 1,4199 m<sup>3</sup>/det atau sebesar 10,49% dari total debit yang melimpas.

## **b. Sumur Resapan**

Sumur resapan merupakan sumur yang dibuat dengan tujuan sebagai sarana penampungan air hujan untuk diresapkan ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Konsep sumur resapan pada dasarnya adalah memberi kesempatan dan jalan pada air hujan yang jatuh, baik di atap atau lahan yang kedap air untuk meresap ke dalam tanah dengan cara menampung air tersebut pada suatu sistem resapan. Pada perhitungan penentuan jumlah sumur resapan, formula yang digunakan adalah dengan membagi debit limpasan dari atap pada daerah tangkapan saluran dengan kapasitas sumur resapan. Faktor-faktor yang diperlukan dalam perhitungannya adalah sebagai berikut:

R kala ulang 10 tahun	= 122,86 mm/hari
Kedalaman air tanah	= 3 m
Diameter sumur	= 1,4 m
Permeabilitas (K)	= 0.00005 m/detik ; 12.6 m/jam
Ct	= 0,90
Faktor geometrik	= $2\pi R$ = $2 \times 3,14 \times 0,7$ = 4,396
Durasi Hujan (T)	= $1 \times 60 \times 60 = 3600$ detik

Berdasarkan faktor-faktor di atas, dapat dihitung debit dan volume sumur, debit limpasan yang masuk serta jumlah sumur yang dibutuhkan dengan menggunakan Metode Sunjoto. Jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengendalikan debit limpasan yang berasal dari atap bangunan adalah 4130 buah dengan rata-rata debit resap per sumur resapan adalah 0,000659 m<sup>3</sup>/det. Total debit yang dapat direduksi sumur resapan berdasarkan besar debit limpasan yang terjadi di Kelurahan Oro-Oro Dowo adalah 4,507 m<sup>3</sup>/det dan waktu resap per sumur resap 4706 detik atau 1,31 jam.

## **c. Biopori**

Biopori adalah lubang yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10-30 cm dengan kedalaman 100 cm atau dalam kasus permukaan air tanah yang dangkal, kedalaman tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah. Menurut Peraturan Menteri PU Nomor 11/PRT/M/2014 tentang Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung dan Persilnya, penggunaan vegetasi dan pembuatan lubang biopori direkomendasikan kepada pemilik bangunan sebagai ketentuan tambahan untuk memaksimalkan daya kelola air hujan pada pekarangan/ruang terbuka hijau. Diameter biopori yang direncanakan adalah 30 cm, sehingga beban resapannya dikali tiga, menjadi 75 liter/m<sup>2</sup> dan luas dinding juga menjadi tiga kali sehingga nilainya menjadi 0,942 m<sup>2</sup>. Debit limpasan yang ditangani oleh biopori adalah 5,3431 m<sup>3</sup>/det. Berdasarkan hasil perhitungan, volume limpasan masuk terbesar yaitu 6.424.050,73 liter dengan jumlah biopori yang dibutuhkan sebanyak 90.928 buah. Sementara itu, volume limpasan masuk paling kecil yaitu 172.308,75 liter dengan jumlah biopori yang dibutuhkan sebanyak 2439 buah. Jumlah biopori total yang dibutuhkan mengendalikan air limpasan pada pekarangan yang melimpas sebanyak 5,3431 m<sup>3</sup>/det adalah 273.198 buah.

## 2. Rekomendasi Penetapan Tata Letak Ekodrainase

Pengendalian air limpasan permukaan dengan penerapan ekodrainase merupakan salah satu upaya struktural yang dapat dilakukan dalam perencanaan drainase perkotaan. Upaya pengendalian ini harus memperhatikan karakteristik wilayah perencanaan dan persyaratan penerapan yang terdapat pada peraturan.

**Tabel 2.** Kesesuaian kriteria dan karakteristik lokasi penerapan ekodrainase

Jenis	Jenis peraturan	Karakteristik lokasi
Rain harvesting	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat ditempatkan pada semua semua kategori topografi.</li> <li>Diutamakan pada daerah yang secara topografi berkontribusi melimpaskan air hujan yang berpotensi banjir pada daerah hilirnya.</li> <li>Kondisi lahan sudah terbangun sehingga tidak memungkinkan penggunaan sumur resapan, biopori, dan retensi.</li> <li>Permukiman yang padat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berada pada ketinggian 447-478 mdpl, dengan tingkat kelerengan 0-8% dimana tingkat kelerengan tersebut cenderung datar. Wilayah dengan kelerengan curam berada pada di sepanjang bantaran sungai.</li> <li>Memiliki Koefisien Dasar Bangunan (KDB) rata-rata 70-90% dengan tingkat kepadatan rendah hingga tinggi.</li> </ul>
Sumur resapan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat diterapkan pada kawasan permukiman dengan kepadatan sedang hingga tinggi.</li> <li>Ditempatkan pada lokasi dengan kedalaman air tanah minimum 1,50 pada musim hujan.</li> <li>Struktur tanah pada lokasi harus mempunyai nilai permeabilitas tanah <math>\geq 2,0</math> cm/jam.</li> <li>Lokasi memenuhi persyaratan jarak minimum terhadap bangunan, yaitu sebagai berikut.                             <ol style="list-style-type: none"> <li>Jarak minimum terhadap sumur resapan air hujan/sumur air bersih adalah 3 m</li> <li>Jarak minimum terhadap pondasi bangunan adalah 1 m</li> <li>Jarak minimum terhadap bidang resapan/sumur resapan/tangki septik adalah 5 m.</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berada pada ketinggian 447-478 mdpl, dengan tingkat kelerengan 0-8% dimana tingkat kelerengan tersebut cenderung datar. Wilayah dengan kelerengan curam berada pada di sepanjang bantaran sungai.</li> <li>Memiliki Koefisien Dasar Bangunan (KDB) rata-rata 70-90% dengan tingkat kepadatan rendah hingga tinggi.</li> <li>Memiliki jenis tanah alluvial dengan tekstur tanah halus. Jenis tanah ini memiliki permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 3,6 – 36 cm/jam atau 0,864 -8,64 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari);</li> <li>Memiliki kedalaman muka air tanah rata-rata 3 m.</li> </ul>
Biopori	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat ditempatkan di semua kategori topografi dan guna lahan, lebih diutamakan ditempatkan pada daerah genangan dan daerah yang kepadatannya sedang hingga tinggi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berada pada ketinggian 447-478 mdpl, dengan tingkat kelerengan 0-8% dimana tingkat kelerengan tersebut cenderung datar. Wilayah dengan kelerengan curam berada pada di sepanjang bantaran sungai.</li> <li>Memiliki Koefisien Dasar Bangunan (KDB) rata-rata 70-90% dengan tingkat kepadatan rendah hingga tinggi.</li> </ul>

Sumber: Hasil analisis, 2017

**a. Rain harvesting dan sumur resapan**

Kombinasi *rain harvesting* dan sumur resapan ditujukan untuk mengendalikan air hujan yang jatuh pada atap bangunan agar tidak menjadi aliran permukaan. *Rain harvesting* dan sumur resapan harus dibangun pada pekarangan rumah, karena *rain harvesting* dan sumur resapan membutuhkan akses talang air dari atap bangunan sebagai media pengaliran air hujan dari atap menuju tangki penyimpanan.



**Gambar 5.** Kombinasi *Rain Harvesting* dan Sumur Resapan

*Rain harvesting* dan sumur resapan dapat diterapkan pada permukiman padat, sehingga keduanya dapat diterapkan di seluruh *catchment area* saluran yang terindikasi genangan. Kombinasi *rain harvesting* dan sumur resapan dibuat satu unit pada setiap bangunan dalam *catchment area*. Jumlah *rain harvesting* dan sumur resapan yang diterapkan pada *catchment area* saluran drainase yang terindikasi genangan dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

**Tabel 3.** Jumlah *rain harvesting* dan sumur resapan yang dapat diterapkan

<i>Catchment Area</i>	Lokasi Saluran	Jumlah
12	Jalan Panggung	92
25	Jalan Ijen	45
31	Jalan Pahlawan Trip	91
39	Jalan Simpang Ijen Menara Air	104
55	Jalan Muria	139
65	Jalan Welirang	21
66	Jalan Welirang	21
70	Jalan Merapi	83
71	Jalan Semeru	23
72	Jalan Semeru	115
77	Jalan Guntur	249

Sumber: Hasil Analisis, 2017

**b. Biopori**

Pada penelitian ini, lubang resapan biopori direncanakan akan dibuat pada jalur hijau yang terdapat di sepanjang jalan pada *catchment area* saluran yang terindikasi genangan. Menurut Permenhut Nomor 32/1999 tentang Tata Cara Penyusunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan DAS disebut bahwa persyaratan lokasi penempatan lubang resapan biopori idealnya untuk setiap 100 m<sup>2</sup> lahan, dibuat sebanyak 30 titik dengan jarak 0,5-1 meter dengan kedalaman 100 cm. Berdasarkan SK Walikota Malang Tahun 2016 Tentang Penetapan Taman Kota,

Hutan Kota dan Jalur Hijau serta hasil pengamatan di lapangan, berikut merupakan lokasi yang terdapat jalur pada *catchment area* saluran yang terindikasi terjadi genangan di Kelurahan Oro-Oro Dowo.

**Tabel 4.** Luas jalur hijau

<i>Catchment Area</i>	Lokasi Saluran	Panjang Jalur Hijau (m)	Total Lebar Jalur Hijau	Luas (m <sup>2</sup> )
25	Jalan Ijen	729	1	729
31	Jalan Pahlawan	508	1	508
55	Jalan Muria	392	1	392
65	Jalan Welirang	568	1	568
66	Jalan Welirang	568	1	568
71	Jalan Semeru	415	1	415
72	Jalan Semeru	304	1	304

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Jumlah biopori ideal yang dapat diterapkan dapat dihitung dengan membandingkan jumlah lahan yang ada dengan jumlah lahan ideal untuk penerapan biopori. Sehingga, apabila setiap 100 m<sup>2</sup> lahan dapat dibuat 30 buah biopori, maka perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$\text{Jumlah LRB Maksimum} = \frac{\text{Luas lahan terbuka (m}^2\text{)}}{\text{Luas lahan ideal (m}^2\text{)}} \times \text{Jumlah lubang ideal} \quad (11)$$

**Tabel 5.** Jumlah biopori ideal

CA	Lokasi Saluran	Lokasi Penempatan	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Biopori Ideal
25	Jalan Ijen	Jalur Hijau	729	219
31	Jalan Pahlawan Trip	Jalur Hijau	508	152
		Jalur Hijau	392	118
55	Jalan Muria	Hutan Kota	18100	5430
		Taman	638	191
65	Jalan Welirang	Jalur Hijau	568	170
66	Jalan Welirang	Jalur Hijau	568	170
71	Jalan Semeru	Jalur Hijau	415	124
72	Jalan Semeru	Jalur Hijau	304	91

Sumber: Hasil Analisis, 2017

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa jumlah biopori ideal yang dapat diterapkan pada wilayah genangan adalah sebanyak 6666 buah. Jumlah biopori paling banyak berada pada *catchment area* 55 dengan jumlah biopori 5739 buah dan jumlah biopori paling sedikit berada pada *catchment area* saluran 72 yaitu 91 buah. Berikut merupakan peta lokasi penempatan *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori.



Gambar 6. Lokasi penempatan ekodrainase pada *Catchment Area 72*  
Sumber: Hasil analisis, 2017

#### D. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini dapat dimanfaatkan secara teknis untuk mengurangi potensi genangan pada Kelurahan Oro-oro Dowo, sehingga fungsi dan kegiatan kawasan Oro-Oro Dowo sebagai kawasan permukiman di pusat Kota Malang bisa berjalan lebih efektif dan efisien. Berikut adalah hasil penelitian:

1. Berdasarkan hasil analisis sistem drainase, terdapat total 84 saluran drainase di Kelurahan Oro-Oro Dowo dengan 11 saluran drainase tidak dapat memenuhi debit limpasan total yang masuk dan 73 saluran yang memenuhi.
2. Pengendalian air limpasan permukaan di Kelurahan Oro-Oro Dowo dilakukan dengan penerapan *rain harvesting*, sumur resapan dan biopori.
  - a. *Rain harvesting* yang direncanakan memiliki ukuran bak 2 x 2 x 1,3 m dengan ukuran volume 5,2 m<sup>3</sup> atau 0,00144 m<sup>3</sup>/det. *Rain harvesting* direncanakan pada setiap rumah pada *catchment area* masing-masing saluran yang terindikasi terjadi genangan dengan total bangunan 1.301 unit. *Rain harvesting* mampu mereduksi air limpasan sebesar 1,4199 m<sup>3</sup>/det atau 10,49% dari total debit yang melimpas.
  - b. Sumur resapan yang direncanakan memiliki diameter sumur 1,4 m dengan debit total yang masuk sebesar 6,7742 m<sup>3</sup>/det. Kebutuhan sumur resapan Kelurahan Oro-Oro Dowo adalah sebanyak 4130 buah dengan rata-rata waktu resap per sumur 1,3 jam atau 4706 detik dan kedalaman 3 m. Total debit yang dapat direduksi oleh sumur resapan adalah sebesar 4,0507 m<sup>3</sup>/det atau sebesar 29,86% dari total debit yang melimpas. Debit

sisa limpasan atap yang tidak dapat dikendalikan oleh *rain harvesting* dan sumur resapan sebesar 2,7235 m<sup>3</sup>/det, masuk ke dalam saluran drainase.

- c. Biopori berfungsi mereduksi air yang melimpas pada ruang terbuka berupa pekarangan rumah atau Ruang Terbuka Hijau (RTH). Jumlah biopori yang dibutuhkan berdasarkan hasil perhitungan adalah sebanyak 273.198 buah dengan debit limpasan yang dikendalikan sebesar 5,3413 m<sup>3</sup>/det. atau sebesar 39,3% dari total debit yang melimpas.
3. Penetapan tata letak ekodrainase didasarkan pada perbandingan kesesuaian antara kriteria lokasi yang terdapat dalam peraturan, standar dan penelitian terdahulu dengan karakteristik lokasi studi. Berdasarkan hasil perhitungan, kombinasi *rain harvesting* dan sumur resapan yang dapat diterapkan berjumlah 983 unit. Kombinasi *rain harvesting* dan sumur resapan dibuat pada pekarangan bangunan yang termasuk ke dalam *catchment area* yang direncanakan, yaitu *catchment area 12, catchment area 25, catchment area 31, catchment area 39, catchment area 55, catchment area 65, catchment area 66, catchment area 70, catchment area 71, catchment area 72, dan catchment area 77* . Sementara itu, lubang resapan biopori akan dibuat di sepanjang jalur hijau dan ruang terbuka hijau pada beberapa *catchment area* saluran, dengan lebar jalur hijau sepanjang 1 m. Jumlah total biopori yang dapat diterapkan adalah 1045 buah yang dapat diterapkan pada *catchment area 25, catchment area 31, catchment area 55, catchment area 65, catchment area 66, catchment area 71, dan catchment area 72*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Modul No.32. Petunjuk Praktis Pembangunan Penampungan Air Hujan (PAH) Pasangan Bata. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 17 Tahun 2011 Tentang Konservasi Air.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11/PRT/M/2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Permenhut Nomor 32/1999 tentang Tata Cara Penyusunan Rehabilitasi Hutan dan Lahan DAS.
- Rencana Induk Saluran Drainase Kota Malang Tahun 2013.
- Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Malang Tahun 2010-2030.
- SK Walikota Malang Tahun 2016 Tentang Penetapan Taman Kota, Hutan Kota dan Jalur Hijau.
- SNI 03-2453-2002. Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan.
- Suhardjono. 2015. *Buku Ajar Drainase Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya

**Kartika Eka Sari, Donny Harisuseno, dan Cut Amelinda Shafira, Pengendalian Air Limpasan Permukaan dengan Penerapan Konsep Ekodrainase (Studi Kasus: Kelurahan Oro-Oro Dowo Kota Malang)**

- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: ANDI.
- Sutandi, M.C., Husada, G., T. Tjandrapuspa, K., W. Rahmat, D., Sosanto., T. (2013). Penggunaan Lubang Resapan Biopori Untuk Minimalisasi Dampak Bahaya Banjir Pada Kecamatan Sukajadi Kelurahan Sukawarna RW 004 Bandung. Konferensi Nasional Teknik Sipil (Konteks 7). Surakarta: Universitas Sebelas Maret. 24-26 Oktober 2013.
- Untari, Adelia. (2012). Studi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Di DAS Citepus, Kota Bandung. Institut Teknologi Bandung.