

# Pengoptimalan Fungsi Ruang Terbuka Hijau Pada Komplek Hutan Kota Velodrom Sawojajar

Salman Al Farisi<sup>1</sup>, Subhan Ramdlani<sup>2</sup>, Tito Haripradianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan Mayjend Haryono 167, Malang 65145 Telp. 0341-567486

Alamat Email penulis: [farisalmaan@gmail.com](mailto:farisalmaan@gmail.com)

## ABSTRAK

Pembangunan diberbagai sektor merusak fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) perkotaan, penurunan kualitas lingkungan Kota tersebut terjadi akibat ketidakseimbangan antara lingkungan terbangun (binaan) dengan lingkungan perlindungan (alam) pada komplek hutan Kota Velodrom Sawojajar, sehingga kualitas lingkungan tidak terjaga seoptimal mungkin, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan fungsi RTH berdasarkan variabel dan kriteria pengoptimalan fungsi RTH. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analisis pada objek penelitian menggunakan pendekatan kebutuhan RTH yang dijadikan variabel penelitian dan kriteria dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, peraturan dan penelitian terdahulu yang terkait pengoptimalan fungsi RTH. Hasil dari analisis tersebut kemudian di sintesis sehingga menghasilkan rekomendasi awal berupa pengoptimalan pada ke empat variabel kebutuhan RTH yakni: daya dukung ekosistem yang mencakup penggunaan lahan, pengaplikasian *parking lot* dan penerapan drainase, pengendalian gas berbahaya dari kendaraan bermotor yang mencakup pohon penyerap timbel dan karbon dioksida, pengamanan lingkungan hidrologis yang mencakup penerapan kenaikan sirkulasi dari permukaan tanah, pengaplikasian biopori dan variabel yang terakhir adalah pengendalian suhu udara yang mencakup pengoptimalan *patio* dan pengaplikasian *green roof*. Hasil dari penelitian ini berupa rekomendasi awal pada tiap variabel dan kriteria yang telah diolah pada tahap sebelumnya.

Kata kunci: Ruang Terbuka Hijau, Hutan kota, Pengoptimalan ruang terbuka hijau.

## ABSTRACT

*Development in various sectors impair the functions of green open space (RTH) Cities, the degradation of city environment quality occurs Due to imbalance beetwen human environment (artivicial) and environmental protection (natural) at Velodrome Sawojajar city forest complex, so quality of environmental not awake as optimal as possible, so that of Research Singer goal is to optimize the functions RTH review based on the variables and criteria optimization functions RTH. The research method used is descriptive analysis using on object Research Needs approach RTH that made variable research and criteria from different source such as books, journals, regulation and research history of RTH Subscribe optimization functions. Results from the analysis are then synthesized to produce on the home form optimization on to four in the variable need for RTH namely: Carrying Capacity of ecosystems of covers use land, the application of parking and implementation of drainage, gas control of harmful of vehicle that covers the trees absorbing lead and carbon dioxide , environmental security hydrological that covers the application of the increase in circulation from the soil surface, applying biopori and the latter variable in Air temperature Control is That covers optimization and application of green roof terrace. results if research singer*

*early form of recommendations each variable on and on criteria has processed the previous stage.*

*Keywords: Green Space, Forest City, Green Space Optimization.*

## **1. Pendahuluan**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 5 tahun 2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan RTH di kawasan perkotaan, penyediaan RTH (RTH) di perkotaan harus memiliki luasan minimal 30% dari luas Kota itu sendiri, luas minimal tersebut dibagi menjadi 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Berdasarkan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang (2016), luasan Kota Malang sebesar 110.050.000 m<sup>2</sup>, sedangkan merujuk Pemerintah Kota Malang pada Laporan Kinerja Tahunan (2015) persentase luas RTH di kota Malang pada tahun 2015 sebesar 10.93% yakni 12.030.500 m<sup>2</sup>. Jumlah luasan tersebut belum memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 5 tahun 2008, tentang penyediaan RTH perkotaan dengan luas keseluruhan RTH perkotaan minimal 30% yakni 33.015.000 m<sup>2</sup>, yang dibagi menjadi 20% RTH publik yakni 22.010.000 m<sup>2</sup> dan 10% RTH privat yakni 11.005.000 m<sup>2</sup>.

Menurut Peraturan Daerah Kota Malang nomor 4 tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah Kota Malang tahun 2010-2030 pada Paragraf 6 pasal 32 butir a, salah satu upaya dalam menyediakan RTH 30% adalah dengan membangun atau mengembangkan hutan Kota sehingga mencapai luasan minimal RTH perkotaan 30%. Mengacu pada Direktorat Jendral Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum (2006), pembangunan hutan Kota memiliki makna mengamankan ekosistem alam yang besar pengaruhnya terhadap eksistensi dan kelangsungan hidup Kota itu sendiri, dan menurut Hakim (2012), pengoptimalan fungsi RTH hutan kota dapat dilakukan dengan pendekatan kebutuhan RTH yang dijadikan variabel pada penelitian ini, sehingga mampu mengoptimalkan fungsi RTH hutan kota khususnya kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar.

## **2. Metode**

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif yang digunakan untuk menjelaskan dan menguraikan keadaan dan permasalahan pada lokasi dan objek terkait, serta deskriptif analisis yang digunakan untuk menjelaskan dan menganalisis variabel dan kriteria pada objek penelitian. Pendekatan metode yang dilakukan pada pengumpulan data berupa observasi atau pengamatan, pengukuran objek dan pengambilan gambar secara manual maupun digital yang berfungsi untuk memudahkan pengumpulan data untuk diproses ke tahap selanjutnya. Pada pengolahan data, pendekatan yang dilakukan berupa penggambaran ulang gambar 2D, permodelan gambar 3D, pembuatan video animasi 3D, penulisan laporan dan pembuatan tabel, grafik dan diagram yang berfungsi untuk menunjang tahap analisis dan sintesis yang kemudian menghasilkan rekomendasi awal.

### *2.1 Lokasi dan Objek*

Lokasi penelitian berada di Jalan Kalimosodo XII No.9, Madyopuro, Kedungkandang, Kota Malang, Jawa Timur. Hutan kota Velodrom Sawojajar memiliki

luasan 32.705 m<sup>2</sup>, yang berbentuk mengelompok dan memiliki geometri persegi panjang. Batas lokasi penelitian yakni sirkulasi berupa jalan raya yang mengelilingi hutan Kota Velodrom Sawojajar pada sisi utara, timur, selatan dan barat, sehingga bangunan dan lahan yang berada diluar batas tapak bukan merupakan cakupan objek penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi dan objek

## 2.2 Variabel dan Kriteria Pengoptimalan Fungsi RTH

Variabel dan kriteria merupakan acuan untuk melakukan tahap analisis dan sintesis guna mengoptimalkan fungsi RTH pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar. Variabel didapatkan dari pendekatan kebutuhan RTH menurut Hakim (2012) dan kriteria ditetapkan berdasarkan studi literatur yang berasal dari peraturan, buku, jurnal dan penelitian terdahulu. Sehingga didapatkan 4 jenis variabel diantaranya:

### 2.2.1 Daya Dukung Ekosistem

RTH memiliki daya dukung terhadap keberlangsungan lingkungan dan ekosistem di dalamnya. Terdapat beberapa kriteria, diantaranya: tidak menebang pohon eksisting, penggunaan lahan RTH 90% : lahan non RTH 10%, pengaplikasian *parking lot* dan merancang drainase.

### 2.2.2 Pengendalian Gas Berbahaya dari Kendaraan Bermotor

Gas yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor bersifat menurunkan kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Terdapat beberapa kriteria, yakni: Mengatur susunan pohon jenis penyerap partikel timbal dan karbon dioksida.

### 2.2.3 Pengamanan Lingkungan Hidrologis

Meningkatnya areal pembangunan oleh bangunan dan perkerasan akan mempersempit keberadaan dan ruang gerak system perakaran, sehingga berkurangnya ketersediaan air tanah. Terdapat beberapa kriteria, diantaranya: Pengaplikasian kenaikan sirkulasi dari permukaan tanah dan pengaplikasian biopori .

### 2.2.4 Pengendalian Suhu Udara

RTH dapat menurunkan tingkat suhu udara, yang merupakan fungsi linier dari persentase luas penutupan RTH terhadap penurunan suhu udara. Terdapat beberapa kriteria, yaitu: pengoptimalan *patio* dan pengaplikasian *green roof*.

### 2.3 Tahap Rekomendasi Awal

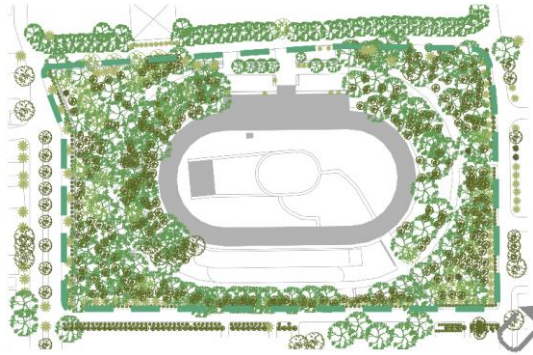
Tahap rekomendasi awal merupakan tahap pemilihan atau penentuan hasil pada tahap sintesis berupa gambar skematik desain yang terstruktur dan dikelompokkan berdasarkan variabel dan kriteria yang telah ditentukan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Daya Dukung Ekosistem

#### 3.1.1 Tidak Menumbang Pohon Eksisting

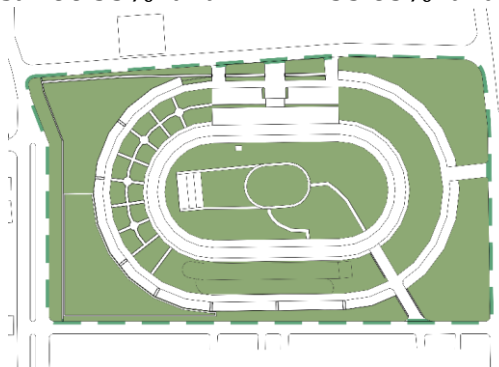
Pohon merupakan salah satu faktor penunjang potensi lahan yang harus dijaga, oleh karenanya sintesis dilakukan dengan menghargai kehadiran vegetasi eksisting dengan mengembangkan kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar mengikuti titik pohon yang berada pada tapak dan tidak merusak atau menebang pohon eksisting.



Gambar 2. Layout titik pohon eksisting

#### 3.1.2 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar terbagi menjadi dua, yakni lahan RTH (perlunakan) dan lahan non RTH (perkerasan). Pada penggunaan lahan eksisting, kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar memiliki luas lahan RTH sebesar 21.701 m<sup>2</sup> dan luas lahan non RTH 11.004 m<sup>2</sup>. Jika luasan tersebut dipersentasekan adalah sebesar 66.35% lahan RTH : 33.65% lahan non RTH.



Gambar 3. Perbandingan lahan RTH (hijau) dan lahan non RTH (putih)

**Tabel 1. Penggunaan Lahan Eksisting**

Jenis lahan	Lahan RTH	Lahan Non RTH
Luasan	21.701 m <sup>2</sup>	11.004 m <sup>2</sup>
Persentase	66.36%	33.65%

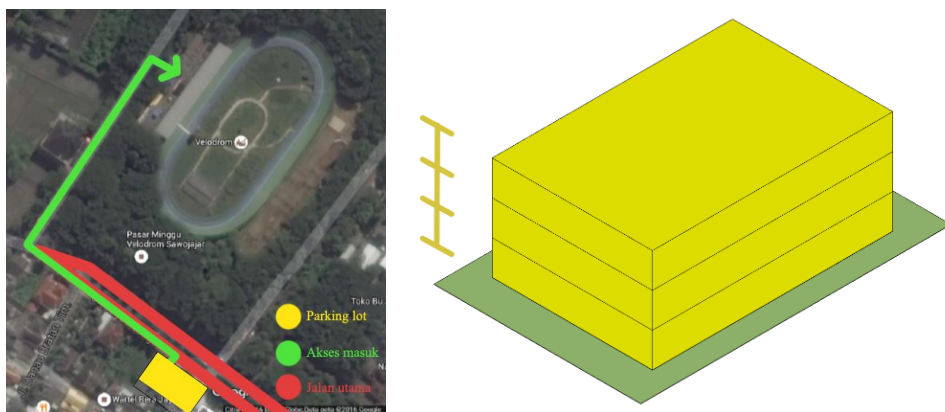
Pada tahap sintesis pengembangan tapak dilakukan dengan tidak mengurangi dan menambah lahan RTH guna mengoptimalkan ekosistem yang ada pada tapak, serta untuk memenuhi persentase luasan minimal lahan RTH yang telah ditentukan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 5 tahun 2008 tentang pedoman penyediaan dan pemanfaatan RTH di kawasan perkotaan minimal sebesar 90%.

### 3.1.3 Pengaplikasian Parking Lot

Pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar tidak terdapat *parking lot* sehingga area parkir pada tapak memakan lahan RTH dan mengganggu potensi hijau pada tapak sehingga merusak ekosistem dan potensi hijau yang ada pada hutan kota. Pada area parkir eksisting terdapat beberapa jenis area parkir yang dibedakan berdasarkan jenis penggunaannya, yaitu: *official*, pengunjung dan pengelola.

Pada jenis area parkir *official* berbentuk persegi panjang dengan luas 130 m<sup>2</sup> dan dapat menampung 10 mobil, pada area parkir pengunjung berbentuk oval dengan luas 1.890 m<sup>2</sup> dan dapat menampung 151 mobil, pada area parkir pengelola berbentuk persegi anjang dengan luas 250 m<sup>2</sup> dan dapat menampung 20 mobil. Sehingga pada area parkir eksisting di dalam kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar membutuhkan *parking lot* dengan total luasan 2.515 m<sup>2</sup> dan kapasitas daya tampung 162 mobil.

Tahap sintesis dilakukan pengaplikasian *parking lot* di luar kompleks hutan Kota guna meminimalisir dampak kerusakan ekosistem pada tapak. Lahan yang dipilih adalah lahan perniagaan dengan luas 1.350 m<sup>2</sup> dengan tujuan lahan tersebut digunakan untuk mencegah penggunaan lahan hijau baru dan memiliki akses masuk ke dalam hutan kota (Gambar 4).



Gambar 4. Layout lahan parking lot dan pengaplikasiannya

Pada pengaplikasiannya dapat dirangkum bahwa lahan yang digunakan untuk *parking lot* adalah lahan perniagaan yang terletak di selatan tapak dan memiliki 2 tingkat lantai dengan total luasan 1.350 m<sup>2</sup> yang hanya digunakan 60% lahan sebesar 810 m<sup>2</sup> dengan daya tampung maksimal 192 mobil.

Tabel 2. Sintesis *Parking Lot* keseluruhan

Jenis lantai	Official	Pengunjung	Pengelola	Sisa	Total	Luas
Lantai dasar	10 mobil	34 mobil	20 mobil	-	64 mobil	810 m <sup>2</sup>
Lantai 1	-	58 mobil	-	6 mobil	64 mobil	810 m <sup>2</sup>
Lantai 2	-	59 mobil	-	5 mobil	64 mobil	810 m <sup>2</sup>

### 3.1.4 Drainase

Drainase pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar memiliki tiga jenis saluran pembuangan di atas tanah pada tapak, yaitu saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier. Ketiga jenis saluran tersebut diolah dengan konstruksi perkerasan tanpa penutup dan dengan penutup gril besi serta beton, pada saluran yang tidak memiliki penutup mengakibatkan adanya penumpukan benda asing ke dalam saluran berupa tanah, dedaunan, sampah, dan lain sebagainya yang mengakibatkan tidak optimalnya fungsi daya tampung air sebagai sirkulasi yang berdampak menggenangnya air sehingga merusak system perakaran dan merusak ekosistem pada hutan kota.

Sintesis dilakukan dengan menerapkan penutup saluran pembuangan berupa gril besi untuk meminimalisir masuknya benda asing ke dalam saluran pembuangan dan material tersebut lebih ringan dari beton, serta mudah dilakukan *maintenance*. Pada saluran primer dapat mengoptimalkan daya tampung air sebesar 17.460 m<sup>3</sup> (291x60), saluran sekunder sebesar 6.600 m<sup>3</sup> (165x40) dan saluran tersier sebesar 6.280 m<sup>3</sup> (157x40).

**Tabel 3. Sintesis drainase keseluruhan**

Jenis saluran	Primer	Sekunder	Tersier
<b>Lebar</b>	40 cm	40 cm	40 cm
<b>Kedalaman</b>	60 cm	40 cm	40 cm
<b>Jenis penutup</b>	-	-	Grill besi
<b>Pengembangan</b>	Grill besi	Grill besi	Beton
<b>Jenis penutup</b>		Grill besi	Grill besi
<b>Total luasan yang dioptimalkan</b>	17.460 m <sup>3</sup>	6.600 m <sup>3</sup>	6.280 m <sup>3</sup>

## 3.2 Pengendalian Gas Berbahaya dari Kendaraan Bermotor

### 3.2.1 Pohon Penyerap Partikel Timbal

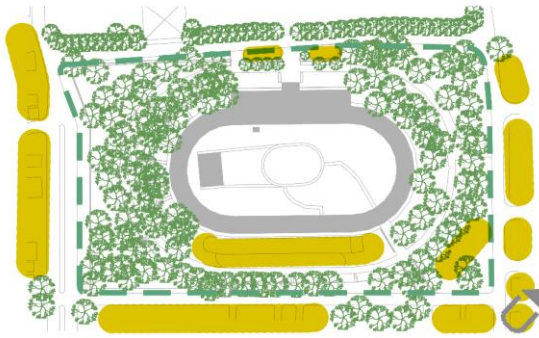
Mengacu pada Hadi (2002), pada tapak terdapat beberapa pohon yang mampu menyerap timbal dengan baik dikarenakan memiliki kekasaran permukaan daun dan permukaan ranting, serta batang yang berbulu, yakni:

**Tabel 4. Jenis pohon penyerap timbal eksisting**

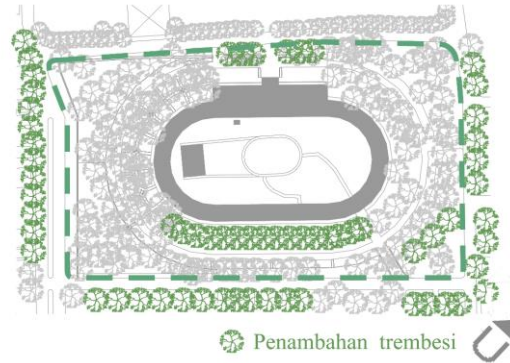
No	Nama lokal	Nama Ilmiah	Jumlah
1	Trembesi	<i>Samanera Saman</i>	171
2	Johar	<i>Cassia Siana</i>	7

Pada sintesis nya dilakukan penambahan pohon penyerap timbal yang mampu menyerap timbal paling besar menurut Manik (2015) (gambar 6) berupa pohon trembesi (*samanera Saman*) sejumlah 65 di zona yang membutuhkan adanya penambahan pohon penyerap timbal, yaitu yang dekat dengan sirkulasi kendaraan bermotor, area parkir kendaraan bermotor ataupun *parking lot* dan mengisi kekosongan antar pohon penyerap timbal eksisting (gambar 5). Sehingga mengoptimalkan penyerapan timbal sebesar 210.6 ppm.





Gambar 5. Zona yang membutuhkan pohon penyerap timbal



Gambar 6. Sintesa penambahan pohon penyerap timbal

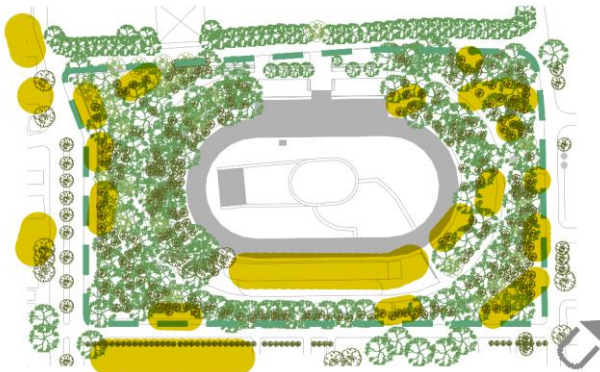
### 3.2.2 Pohon Penyerap Karbon Dioksida

Mengacu pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan (2014), pohon yang mampu menyerap karbon dioksida lebih dari 1.49 (kg/pohon/tahun) merupakan pohon yang mampu menyerap karbon dioksida dengan baik. Pada tapak terdapat beberapa pohon penyerap karbon dioksida yang baik, diantaranya:

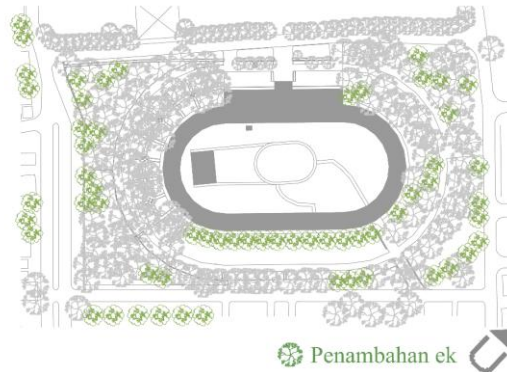
**Tabel 5. Jenis pohon penyerap karbon dioksida eksisting**

No	Nama lokal	Nama Ilmiah	Daya serap CO <sup>2</sup> (pohon/tahun/kg)	Jumlah
1	Ek	<i>Quercus</i>	813.744	-
2	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28.488	201
3	Johar	<i>Cassia Siama</i>	116,25	7
4	Tanjung Cemara	<i>Mimusops elengi</i> <i>Casuarinaceae</i>	34.29 1.6	32 353

Pada sintesis nya dilakukan penambahan pohon penyerap karbon dioksida yang mampu menyerap karbon dioksida paling besar menurut Gratimah (2009) (gambar 8) berupa pohon ek (*Quercus*) sejumlah 60 di zona yang membutuhkan adanya penambahan pohon penyerap timbal, yaitu yang dekat dengan sirkulasi kendaraan bermotor, area parkir kendaraan bermotor ataupun *parking lot* dan mengisi kekosongan antar pohon penyerap karbon dioksida eksisting (gambar 7). Sehingga mengoptimalkan penyerapan karbon dioksida sebesar 48.824,64 (tahun/kg).



Gambar 7. Zona yang membutuhkan pohon penyerap karbon dioksida



Gambar 8. Sintesa penambahan pohon karbon dioksida

### 3.3 Pengamanan Lingkungan Hidrologis

#### 3.3.1 Kenaikan Sirkulasi dari Permukaan Tanah

Merujuk Chen (2014), penerapan kenaikan level pada sirkulasi dari permukaan tanah mampu meminimalisir dampak kerusakan terhadap permukaan tanah dan ruang gerak system pengakaran vegetasi yang mampu mengoptimalkan ketersediaan aor tanah. Pada kompleks hutan kota terdapat beberapa jenis sirkulasi yang terbagi berdasarkan dimensi sirkulasi.

Pada tahap sintesis, diaplikasikan kenaikan sirkulasi dari permukaan tanah untuk mengoptimalkan luasan lahan RTH dan mengoptimalkan ruang gerak sistem perakaran vegetasi untuk dapat menampung air tanah, diantaranya:

**Tabel 6. Sintesis Penambahan Luasan RTH Pada Sirkulasi**

Jenis Sirkulasi	A	B	C	D	E	F	G
Penambahan luasan RTH	-	-	3.695 m <sup>2</sup>	988 m <sup>2</sup>	-	315 m <sup>2</sup>	375 m <sup>2</sup>

#### 3.3.2 Penerapan Biopori

Menurut Maryati (2010), lubang biopori mampu menambah bidang resapan air dengan adanya aktivitas mikroorganisme tanah dalam lubang resapan, sehingga biopori akan terbentuk dan mengoptimalkan daya serap air pada tanah, namun pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar tidak terdapat biopori, sehingga perlu diaplikasikan bioori untuk mengoptimalkan fungsi RTH.

Mengacu pada Maryati (2010), peletakan biopori yang tepat ialah meletakan pada zona yang memiliki intensitas keguguran daun yang tinggi dan permukaan tanah yang cekung guna meminimalisir dampak penggenangan air yang merusak sistem perakaran. Sehingga pada penerapannya zona yang diterapkan biopori dengan diameter 10 cm dengan kedalaman 100-150 cm dengan daya volume tampung air tiap lubang sebesar 31,42 cm<sup>3</sup>, zona penerapannya memiliki luas 7.227 m<sup>2</sup> dan diterapkan jarak biopori antar lubang 1 m, maka totalnya 289 lubang yang mamu mengoptimalkan volume tampung air sebesar 9.080,38 m<sup>2</sup>.

**Tabel 7. Sintesis Penerapan Biopori**

Luasan penerapan biopori	Jumlah Penerapan Biopori	Total Volume Tampung Air
7.227 m <sup>2</sup>	289 lubang	9.080,38 m <sup>3</sup>

### 3.4 Pengendalian Suhu Udara

#### 3.4.1 Patio

Menurut Rangel (2014), taman di tengah bangunan (*patio*) memiliki fungsi memberikan efek sejuk pada bangunan karena membantu melancarkan pertukaran udara dari taman ke dalam bangunan dan manfaat ekologis lainnya. Pada tapak terdapat *patio* yang berbentuk oval yang didalamnya terdapat sirkulasi dengan perkerasan menggunakan material aspal yang dibangun di atas permukaan tanah dan bangunan penunjang *official*.

Menurut Waspadadi (2007), RTH dengan luasan 900 m<sup>2</sup> mampu menurunkan suhu udara sebesar 0.06° Celcius. Pada sintesisnya sirkulasi yang terdapat pada *patio* dinaikan dari permukaan tanah agar dapat menambah luasan lahan RTH sebesar 375 m<sup>2</sup>, namun bangunan penunjang *official* tidak dihilangkan dikarenakan bangunan



tersebut dibutuhkan bagi atlet balap sepeda, sehingga mampu mengoptimalkan penurunan suhu sebesar  $0.03^{\circ}$  Celcius.

### 3.4.1 Penerapan Green Roof

Merujuk Vijayaraghavan (2015), penerapan RTH pada atap bangunan atau *green roof* dapat mendinginkan bangunan karena memiliki nilai isolasi lebih tinggi dan mengurangi efek *urban heat island*, sehingga dapat mendinginkan bangunan serta menyerap radiasi sinar matahari. Pada kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar terdapat 4 jenis atap eksisting yang akan diterapkan *green roof*, diantaranya:

**Tabel 8. Sintesis Kemiringan Green Roof**

Jenis Bangunan	A	B	C	D
Penyesuaian kemiringan atap	√	X	√	√
Penyesuaian Kemiringan atap	$25^{\circ}$ atau $0^{\circ}$	$2^{\circ}$	$25^{\circ}$ atau $0^{\circ}$	$2^{\circ}$
Jenis <i>green roof</i>	Ekstensif	Ekstensif	Ekstensif	Ekstensif
Luas atap	$90 \text{ m}^2$	$600 \text{ m}^2$	$27 \text{ m}^2$	$180 \text{ m}^2$
Pengoptimalan penurunan suhu	$0.006^{\circ} \text{ C}$	$0.075^{\circ} \text{ C}$	$0.002^{\circ} \text{ C}$	$0.018^{\circ} \text{ C}$

## 4. Kesimpulan

- A. Pengoptimalan aspek daya dukung ekosistem dilakukan dengan tidak menebang pohon eksisting, mengoptimalkan luasan lahan RTH menjadi 90%, mengaplikasikan *parking lot* di luar kompleks hutan Kota Velodrom Sawojajar dengan luas lahan  $1.350 \text{ m}^2$  dengan daya tampung 192 mobil dan mengaplikasikan penutup drainase pada saluran primer dengan luas  $17.460 \text{ m}^2$ , sekunder dengan luas  $6.600 \text{ m}^2$  dan tersier dengan luas  $6.280 \text{ m}^2$ ;
- B. Pengoptimalan aspek pengendalian gas berbahaya dari kendaraan bermotor dilakukan dengan menambah pohon jenis penyerap partikel timbal yaitu trembesi (*samana sama*) dengan daya serap  $210.6 \text{ ppm}$ , sebanyak 65 batang dan penambahan pohon jenis penyerap karbon dioksida yaitu ek (*quercus*) dengan daya serap  $48.824,64$  (pohon/tahun/kg), sebanyak 60 batang;
- C. Pengoptimalan aspek pengamanan lingkungan hidrologis dilakukan dengan menaikkan sirkulasi dari permukaan tanah sehingga meminimalisir dampak kerusakan pada sistem perkakaran vegetasi dengan total luas sebesar  $5.373 \text{ m}^2$  dan mengaplikasikan biopori sebanyak 289 lubang dengan volume tampung air  $9.080,38 \text{ m}^3$ .
- D. Pengoptimalan aspek pengendalian suhu udara dilakukan dengan mengoptimalkan luasan *patio* sebesar  $375 \text{ m}^2$  yang mampu menurunkan suhu  $0.03^{\circ} \text{ C}$  dan pengaplikasian *green roof* pada bangunan yang dapat menurunkan suhu  $0.006^{\circ} \text{ C}$ ,  $0.075^{\circ} \text{ C}$ ,  $0.002^{\circ} \text{ C}$  dan  $0.018^{\circ} \text{ C}$  pada tiap bangunan.

## Daftar Pustaka

- Chen, Jiayu. 2014. Rethinking Urban Green Space Accessibility: Evaluating and Optimizing Public Transportation System Through Social Network Analysis in Megacity. *Jurnal Lansekap dan penataan kawasan perkotaan*.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang. 2016. *Luasan Kota Malang*. Malang: Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang.

- Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Ruang Terbuka Hijau Sebagai Unsur Utama Tata Ruang Kota*. Jakarta Selatan: Direktorat Jenderal Penataan Ruang.
- Gratimah, R.D. Gutti. 2009. Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO<sub>2</sub> Antropogenik di Pusat Kota Medan. *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Medan.
- Hakim, Rustam. 2012. *Komponen Perancangan Arsitektur Lanskap*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hilwatullisan. 2009. *Lubang Resapan Biopori (LRB) Pengertian dan Cara Membuatnya di Lingkungan Kita*. Palembang.
- Manik, Sely Tunjung. 2015. *Analisis Kandungan Timbal (pb) Pada Daun Tamarindus Indica Dan Samanera Saman Di Kecamatan Garum Kabupaten Blitar*. Malang.
- Maryati. 2010. *Teknologi Tepat Guna untuk Mengatasi Banjir dan Sampah Serta Menjaga Kelestarian Air Bawah Tanah*. Jakarta: Tim PPM Biopori.
- Peraturan Daerah Kota Malang nomor 4. 2011. *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Malang tahun 2010-2030*. Malang: Pemerintah Kota Malang.
- Peraturan Menteri Kehutanan nomor 2. 2009. *Pembentukan Wilayah Kesatuan Pengelolaan Hutan*. Jakarta: Menteri Kehutanan.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 5. 2008. *Pedoman dan Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum.
- Peraturan Pemerintah Dalam Negeri nomor 1. 2007. *Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Menteri Dalam Negeri.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 36. 2005. *Peraturan Pelaksanaan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 63. 2002. *Hutan Kota*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. 2014. *Pemilihan Jenis Pohon Dalam Rangka Pembangunan dan Pengembangan Hutan Kota*. Serang: Teknologi Hutan Kota.
- Rangel, Javier. 2014. *Patio and Botijo Energetic Strategies Architectural Integration*.
- Santoso, Slamet. 2012. *Inventarisasi Tanaman Peneduh Jalan Penyerap Timbal di Purwokerto*. Purwokerto.
- Setiawan, Rudy. 2005. *Studi Kelayakan Pembangunan Gedung Parkir dan Analisis 'Willingness to Pay'*. Surabaya.
- Standar Internasional Indonesia. 2001. *Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda arah dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Sutandi, Maria Christine. 2013. *Lubang Resapan Biopori Untuk Meminimalisir Dampak Bahaya Banjir Pada Kecamatan Sukajadi Kelurahan Sukawarna Bandung*. Surakarta.
- Vijayaraghavan, K. 2015. *Green Roof: A Critical Review On The Role of Components, Benefits, Limitations and Trends*. Chennai, India.