

# Kajian Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Publik untuk Menyerap CO<sub>2</sub> Udara Ambien dari Transportasi Darat di Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur, Surabaya

Merry J. Pasaribu dan Bieby V. Tangahu

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail: voijant@its.ac.id*

**Abstrak**— Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur adalah akses utama menuju Pelabuhan Tanjung Perak yang merupakan pelabuhan tersibuk kedua di Indonesia. Selain itu, Jalan Perak Barat dan Perak Timur juga merupakan jalan penting bagi pengendara transportasi darat yang berasal atau hendak menuju Jalan Tol Gempol – Surabaya. Banyaknya jumlah kendaraan di jalan ini mengakibatkan tingginya beban emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian ruang terbuka hijau (RTH) publik pada median jalan dan pinggir jalan untuk mengetahui kecukupan RTH dalam menyerap CO<sub>2</sub> ambien yang berasal dari transportasi darat. Kajian dilakukan dengan melakukan perhitungan jumlah kendaraan pada saat jam puncak untuk mengetahui beban emisi CO<sub>2</sub> maksimum yang dihasilkan selama enam hari, lima hari *weekday* dan satu hari *weekend*. Selanjutnya dengan Metode Model Box diketahui CO<sub>2</sub> yang terdapat pada udara ambien. Untuk mengetahui daya serap RTH eksisting maka perlu didata jenis pohon dan perdu/semak pada median dan pinggir jalan. Dari hasil analisis data didapatkan bahwa dengan kondisi eksisting, RTH sudah menyerap CO<sub>2</sub> pada udara ambien dari transportasi darat secara optimal. Sampai tahun 2021, apabila kondisi RTH tetap sama maka CO<sub>2</sub> masih terserap optimal.

**Kata Kunci**— CO<sub>2</sub>, Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur, Ruang Terbuka Hijau, Transportasi

## I. PENDAHULUAN

Kota Surabaya merupakan kota metropolitan dengan laju pertumbuhan penduduk mencapai 0,63% setiap tahun dalam kurun waktu 2000 – 2010 [1]. Peningkatan populasi Kota Surabaya secara langsung meningkatkan jumlah kepemilikan kendaraan pribadi dan berdampak pada penurunan jumlah kendaraan umum. Seiring dengan hal ini, perluasan Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur dilakukan agar dapat menampung kendaraan yang berlalu lintas. Namun, perluasan jalan ini tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan penghijauan untuk memperbaiki kualitas lingkungan. Perubahan secara ekologis mengakibatkan berbagai gangguan siklus alami dan proses alam dalam lingkungan perkotaan. Beberapa gangguan tersebut dapat berupa peningkatan suhu secara global (*Global Warming*) dan polusi udara [2].

Oleh karena *global warming* menyebabkan banyak kerugian dari sisi ekonomi maupun ekologis, penghijauan merupakan kegiatan yang sangat dibutuhkan pada saat ini. Salah satu penghijauan yang mudah dilakukan adalah dengan

membangun Ruang Terbuka Hijau (RTH) [3]. Pelaksanaan program pengembangan RTH dilakukan dengan penanaman tumbuhan secara alamiah, dengan sistem cangkok ataupun tanaman budidaya seperti pertanian, pertamanan, perkebunan dan sebagainya [4]. Tanaman yang ada pada RTH dapat menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang berasal dari emisi transportasi dan mampu menghasilkan oksigen (O<sub>2</sub>) untuk metabolisme makhluk hidup [5].

Untuk memperoleh keberlangsungan RTH yang dapat memberikan manfaat di sekitar kawasan terbangun diperlukan pengelolaan yang tepat. Perencanaan merupakan salah satu aspek penting dalam pengelolaan lingkungan. Hasil perencanaan RTH yang matang dapat dilihat dari keseimbangan dan keharmonisan antara ruang terbangun dan ruang terbuka pada suatu kawasan [6]. Selain itu, perencanaan secara tepat juga mampu meningkatkan kualitas dan kuantitas RTH di kawasan tersebut.

Berdasarkan data dari Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya (BAPPEKO) pada tahun 2015, luas RTH Surabaya yang dikelola oleh DKP (RTH Publik) sampai tahun 2014 sebesar 6.840,04 Ha atau 20,70% dari keseluruhan luas Surabaya. Jumlah tersebut sudah sesuai dengan PERDA 12 Kota Surabaya Tahun 2014 pasal 43 ayat 2 yang menyatakan RTH publik minimal 20% dari keseluruhan luas wilayah Kota Surabaya. Namun dengan jumlah RTH yang sudah sesuai PERDA tersebut tidak lantas membuat Surabaya menjadi kota yang sejuk. Hal ini dikarenakan tidak meratanya pengembangan RTH [7].

Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur merupakan jalan arteri primer yang dilalui oleh kendaraan bermotor yang hendak menuju atau dari Pelabuhan Tanjung Perak. Pelabuhan Tanjung Perak adalah pelabuhan tersibuk kedua di Indonesia yang setiap tahunnya mengalami kenaikan arus kunjungan kapal baik untuk bongkar muat barang maupun naik turun penumpang. Pada saat jam kapal berlabuh, truk-truk yang membawa atau mengambil kontainer dari kapal akan memadati jalan Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur. Apabila emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari transportasi darat ini tidak terkelola dengan baik dan masuk ke udara ambien maka yang terjadi adalah *global warming*. Oleh karena itu RTH median jalan sangat dibutuhkan untuk menyerap emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor yang masuk ke udara ambien.

II. METODE PERENCANAAN

A. Pengumpulan Data

1) Data Sekunder

Data sekunder dibutuhkan untuk mengetahui jenis pohon dan perdu/semak eksisting serta jam puncak pada Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur. Data jenis pohon yang diperoleh dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Surabaya diperlukan untuk memudahkan identifikasi pohon dan perdu/semak di RTH median jalan. Selanjutnya untuk perhitungan jumlah kendaraan atau *traffic counting*, *counting* dilakukan saat jam puncak karena jika CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pada saat jumlah kendaraan paling maksimal dapat diserap secara optimal maka saat jumlah kendaraan sedikit CO<sub>2</sub> telah terkelola dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan data *traffic counting* terdahulu. Data tersebut diperoleh dari Dinas Perhubungan (DISHUB) Kota Surabaya yang melakukan *traffic counting* dari pukul 05.00 WIB – 21.00 WIB. Agar informasi valid maka data yang diambil merupakan data selama lima tahun terakhir. Selain untuk mengetahui jam puncak, data *traffic counting* juga berguna untuk memproyeksi jumlah kendaraan di wilayah perencanaan dalam kurun lima tahun ke depan.

2) Data Primer

Data primer yang diperlukan antara lain jumlah kendaraan yang lewat atau melalui lokasi sampling, panjang jalan dan jumlah serta jenis pohon dan perdu/semak.

B. Lokasi Traffic Counting

Berdasarkan panduan Pd.T-19-2004-B – Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual, lokasi survey lalu lintas di jaringan jalan ditempatkan pada:

- 1) Lokasi yang tidak dipengaruhi oleh pergerakan lalu lintas dari persimpangan atau intervensi. Intervensi dalam hal ini adalah titik keluar/ masuk gang perumahan, titik U-turn, pertigaan maupun perempatan.
- 2) Lokasi yang mempunyai jarak pandang yang cukup. Oleh karena lebar jalan ±10 meter maka pengamat hanya menghitung jumlah kendaraan dari satu arah.
- 3) Karakter pergerakan lalu lintas mewakili pergerakan lalu lintas pada ruas jalan.
- 4) Lokasi yang berdekatan dengan tempat berteduh

C. Pelaksanaan Perencanaan

1) Perhitungan Jumlah Kendaraan

*Traffic counting* dilakukan selama enam hari berturut-turut. Periode *traffic counting* menghindari hambatan berupa hari libur nasional, hari pengondisian untuk demonstrasi serta cuaca yang tidak mendukung. Apabila pada hari yang direncanakan untuk *counting* terdapat hambatan, maka hari tersebut diganti minggu depannya pada hari yang sama.

Jenis kendaraan yang dihitung dibagi menjadi sepuluh kategori yaitu: sepeda motor, mobil pribadi, angkot, taksi, *pick up/box*, bus mini, bus besar, truk 2 as, truk 3 as dan trailer. Kategori kendaraan mengikuti kategori *traffic counting* yang dilakukan oleh DISHUB. Dalam kajian kelayakan RTH ini tidak dihitung jumlah kendaraan tak bermotor (sepeda dan becak) dan forklift. Karbon dioksida pada sepeda dan becak berasal dari metabolisme manusia sedangkan faktor emisi forklift sendiri tidak diketahui angkanya.

Perhitungan jumlah kendaraan berupa sepeda motor dan mobil pribadi dilakukan menggunakan *counter*. Jumlah kendaraan kategori lainnya dicatat secara manual pada formulir survey dikarenakan jumlahnya yang tidak sebanyak sepeda motor dan mobil. Pencatatan *counting* adalah kumulatif setiap sepuluh menit dan untuk pencatatan sepuluh menit selanjutnya, angka pada *counter* tidak dinolkan. Hal ini dilakukan untuk menghindari besarnya kehilangan jumlah kendaraan saat pengamat mereset alat.

D. Analisis Data

1) Analisis Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan

Jumlah emisi CO<sub>2</sub> dihitung dari jumlah kendaraan yang melewati jalan lokasi sampling dan data ini didapatkan melalui *traffic counting* yang dilakukan. Emisi CO<sub>2</sub> setiap kategori kendaraan dihitung menurut faktornya masing-masing kemudian dijumlah total perjamnya. Data selama *traffic counting* yang dilakukan selama dua jam digunakan untuk mengestimasi beban emisi CO<sub>2</sub> maksimum yang dihasilkan perharinya. Persamaan yang digunakan:

$$Emisi = \frac{n \times L \times f \times \rho}{FE} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

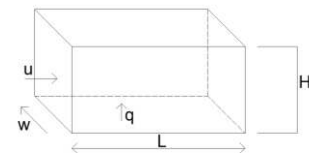
- Emisi = beban emisi CO<sub>2</sub> (ton/tahun)
- n = jumlah kendaraan (kendaraan/jam)
- L = panjang jalan (km)
- f = faktor emisi (Tabel 2)
- FE = *fuel economy* (km/L) (Tabel 1)
- ρ = massa jenis bensin 0,63 kg/L dan solar 0,7 kg/L

Tabel 1  
Faktor Emisi dan Ekonomi Bahan Bakar

Kategori	CO <sub>2</sub> (g/kg BBM)	Ekonomi bahan bakar (km/L)
Sepeda motor	3.180	28
Mobil	3.180	9,8
Angkot	3.180	7,5
Taksi	3.180	8,7
<i>Pick up/box</i>	3.178	8,5
-Bus mini	3.172	8
-Bus besar		3,5
-Truk 2 as		4,4
-Truk 3 as	3.172	4

Sumber: PERMEN LH NO.12/2010 [8]

Selanjutnya CO<sub>2</sub> yang terdapat pada udara ambien yang berasal dari transportasi darat dihitung menggunakan persamaan Model Box.



Gambar 1 Model Box

$$C(t) = \frac{qL}{UH} (1 - e^{-\frac{ut}{L}}) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- C(t) = konsentrasi pencemar (mg/m<sup>3</sup>)
- q = rata-rata emisi pencemar (mg/m<sup>2</sup>/detik)
- L = panjang kotak (m)

- H = tinggi pencampuran udara (m)  
 w = lebar kotak (m)  
 U = rata-rata kecepatan angin (m/detik)  
 t = waktu tempuh (detik)

## 2) Analisis Jenis Tanaman

Jumlah pohon dan perdu/semak dihitung berdasarkan jenisnya untuk mengetahui daya serap CO<sub>2</sub> eksisting. Pohon yang dihitung adalah pohon yang mempunyai ketinggian sama (apabila sejenis) dan bukan pohon yang hanya berupa ranting serta batang (tanpa daun). Selain itu, karena data daya serap pohon yang diperoleh merupakan pohon dengan daya serap CO<sub>2</sub> optimal (pohon dewasa) maka pohon yang memiliki ketinggian ±1 meter – 3 meter tidak dimasukkan dalam perhitungan. Pada ketinggian tersebut, pohon masih pada fase tumbuhan muda [9].

## 3) Kajian Kelayakan RTH

Setelah didapatkan daya serap CO<sub>2</sub> eksisting selanjutnya akan diketahui apakah daya serap RTH lebih besar atau lebih kecil dari CO<sub>2</sub> yang terdapat pada udara ambien. Apabila CO<sub>2</sub> yang terdapat pada udara ambien lebih besar, maka direncanakan jumlah pohon yang perlu ditambahkan sesuai dengan luas lahan yang tersedia. Jika luas lahan yang tersedia tidak mencukupi untuk dilakukan penambahan jumlah pohon, maka disusun skenario untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub> sehingga CO<sub>2</sub> yang masuk ke udara ambien tidak terlalu besar pula.

## E. Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan pembahasan terhadap kajian data yang ada maka penarikan kesimpulan dibuat sesuai dengan tujuan perencanaan. Kesimpulan harus berdasarkan fakta di lapangan. Kemudian pembuatan saran dimaksudkan untuk perbaikan dan pengembangan perencanaan selanjutnya.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Waktu dan Lokasi Perencanaan

*Traffic counting* dilakukan pada hari Senin – Jumat dan Minggu tanggal 14 Maret 2016 – 18 Maret 2016 dan 20 Maret 2016. Melalui data sekunder DISHUB (data terlampir) diketahui bahwa jam puncak wilayah perencanaan berada pada siang hari pukul 14.00 WIB – 16.00 WIB. *Counting* hari Senin – Jumat dilakukan untuk mewakili *weekday* dan hari Minggu mewakili *weekend*. Pada hari Sabtu tidak dilakukan *traffic counting* karena setelah dilakukan *counting* pada hari Minggu (*weekend*), diketahui jumlah kendaraan untuk kategori *pick up* dan truk lebih sedikit jika dibandingkan dengan *weekday*. Oleh sebab itu jumlah kendaraan hari Sabtu dianggap tidak berbeda jauh.

*Traffic counting* pada hari Senin – Kamis dan Minggu tidak mengalami hambatan cuaca maupun hari libur nasional. Namun pada hari Jumat perhitungan jumlah kendaraan baru bisa dilakukan dari pukul 14.40 WIB sebab pada jam sebelumnya cuaca hujan. Karena itu data yang digunakan pada hari Jumat hanya pukul 15.00 WIB – 16.00 WIB. Terdapat total enam lokasi sampling yang terletak pada:

#### 1) Jalan Perak Barat

Titik 1 Setelah Jalan Ikan Belanak dan sebelum U-turn pertama, depan Bumiputera.

Titik 2 Setelah U-turn pertama dan sebelum U-turn kedua, depan rumah no. 105.

Titik 3 Depan SPBU Colombo.

#### 2) Jalan Perak Timur

Titik 4 Setelah belokan dari arah Jl. Jakarta, depan rumah no.140.

Titik 5 Setelah U-turn kedua dari arah Jalan Perak Barat, depan bimbil GO.

Titik 6 Setelah U-turn pertama dari arah Jalan Perak Barat, depan kantor biro perjalanan KARYA USAHA.

## B. Jumlah Kendaraan

Pencatatan jumlah kendaraan saat *traffic counting* dilakukan sesuai dengan formulir yang telah disiapkan. Oleh karena *counting* merupakan akumulasi setiap sepuluh menit, maka pada formulir tertulis 14.00 – 14.10, 14.10 – 14.20 dan seterusnya sampai pukul 16.00. Setelah seluruh data diperoleh, jumlah kendaraan disetiap lokasi sampling diakumulasi perjam setiap hari yaitu pukul 14.00 WIB – 15.00 WIB dan pukul 15.00 WIB – 16.00 WIB.

Pada hasil *traffic counting* diperoleh data bahwa jumlah kendaraan masing-masing kategori pada titik 2 dan 5 lebih sedikit dari titik 1, 3, 4 dan 6. Pada titik 1 dan 6 serta 3 dan 4 jumlah kendaraan tidak jauh berbeda. Dalam satu ruas jalan di Jalan Perak Barat antara titik 1, 2 dan 3, jika dibandingkan dengan kategori kendaraan sejenis, jumlah kendaraan pada titik 1 paling banyak lalu pada titik 2 jumlah kendaraan berkurang dan pada titik 3 jumlah kendaraan bertambah lagi. Hal ini terjadi karena U-turn pertama (setelah titik 1 dan sebelum titik 2) hanya ada dari arah Jalan Perak Barat ke Perak Timur. Pertambahan jumlah kendaraan pada titik 3 terjadi karena terdapat kendaraan yang dari arah Pelabuhan Tanjung Perak maupun dari arah Jalan Jakarta hendak menuju ke Jalan Tol Gempol–Surabaya. Begitu juga pada ruas jalan sebaliknya atau Jalan Perak Timur, jumlah kendaraan pada titik 5 paling sedikit dan pada titik 6 paling banyak. Maka dari itu, pada titik-titik tersebut kendaraan dijumlahkan dengan perpaduan titik berikut: titik 1–6, titik 2–5 serta titik 3–4.

Dari *traffic counting* diketahui bahwa jumlah kendaraan (jika dibandingkan dengan kategori yang sama) pukul 14.00 WIB – 15.00 WIB lebih banyak dibandingkan dengan pukul 15.00 WIB – 16.00 WIB. Kendaraan yang mendominasi adalah sepeda motor dan selanjutnya mobil. Jumlah kendaraan setiap kategori pada masing-masing titik saat *weekday* tidak berbeda jauh. Seperti saat *weekday*, kendaraan yang mendominasi saat *weekend* adalah sepeda motor lalu mobil meskipun tidak sebanyak *weekday*. Perbedaan jumlah kendaraan yang sangat signifikan adalah *pick up/box*, truk 2 as, truk 3 as dan trailer. Sedikitnya jumlah keempat jenis kendaraan yang berlalu lintas tersebut diperkirakan karena sedikitnya jumlah kapal yang keluar masuk pada Pelabuhan Tanjung Perak.

## C. Emisi Karbon Dioksida

Jumlah emisi pada titik 1–6, titik 2–5 serta titik 3–4 dihitung berdasarkan jenis kendaraannya. Dari hasil *traffic counting* diketahui jumlah kendaraan masing-masing kategori dan data ini digunakan untuk menghitung emisi pada saat jam puncak. Berdasarkan persamaan 2.1, perhitungan emisi CO<sub>2</sub> di titik 1–6 pada hari Senin pukul 14.00 WIB – 15.00 WIB:

- Emisi sepeda motor  

$$= \frac{6.684 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.180 \text{ g/kg} \times 0,715 \text{ kg/L}}{28 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,17 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi mobil  

$$= \frac{1.460 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.180 \text{ g/kg} \times 0,715 \text{ kg/L}}{9,8 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,10 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi angkot  

$$= \frac{212 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.180 \text{ g/kg} \times 0,715 \text{ kg/L}}{7,5 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,02 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi taksi  

$$= \frac{105 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.180 \text{ g/kg} \times 0,715 \text{ kg/L}}{8,7 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,01 \text{ ton/jam}$$
- Emisi *pick up/box*  

$$= \frac{699 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.178 \text{ g/kg} \times 0,715 \text{ kg/L}}{8,5 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,06 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi bus mini  

$$= \frac{14 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.172 \text{ g/kg} \times 0,832 \text{ kg/L}}{8 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,001 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi bus besar  

$$= \frac{6 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.172 \text{ g/kg} \times 0,832 \text{ kg/L}}{3,5 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,001 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi truk 2 as  

$$= \frac{259 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.172 \text{ g/kg} \times 0,832 \text{ kg/L}}{4,4 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,05 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi truk 3 as  

$$= \frac{62 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.172 \text{ g/kg} \times 0,832 \text{ kg/L}}{4 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,01 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$
- Emisi trailer  

$$= \frac{230 \text{ kendaraan/jam} \times 0,35 \text{ km} \times 3.172 \text{ g/kg} \times 0,832 \text{ kg/L}}{4 \text{ km/L} \times 10^6}$$

$$= 0,04 \text{ ton CO}_2/\text{jam}$$

Setiap titik sampling memiliki panjang jalan yang berbeda. Panjang jalan titik 1–6 adalah 0,35 km, titik 2–5 sepanjang 0,45 km dan titik 3–4 sepanjang 0,4 km sehingga panjang total jalan adalah 1,2 km. Jumlah emisi pada titik 1–6 pada hari Senin pukul 14.00 WIB – 15.00 WIB adalah sebesar 0,46 ton CO<sub>2</sub>/jam. Perhitungan emisi total pada titik lainnya menggunakan persamaan yang sama. Hasil perhitungan tertera pada tabel 2.

Tabel 2

Titik	Emisi Karbon Dioksida yang dihasilkan					
	Jumlah Emisi (ton CO <sub>2</sub> /jam)					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Minggu
	14.00 WIB – 15.00 WIB					
1–6	0,46	0,45	0,44	0,55	–	0,28
2–5	0,46	0,41	0,36	0,44	–	0,21
3–4	0,64	0,52	0,63	0,73	–	0,27
Jumlah	1,56	1,38	1,43	1,71	–	0,75
	15.00 WIB – 16.00 WIB					
1–6	0,43	0,49	0,46	0,48	0,39	0,27
2–5	0,43	0,41	0,38	0,42	0,41	0,21
3–4	0,67	0,52	0,58	0,56	0,54	0,26
Jumlah	1,53	1,42	1,43	1,46	1,33	0,74

Sumber: Hasil Perhitungan (2016)

Hasil perhitungan menunjukkan CO<sub>2</sub> yang diemisikan selama enam hari berkisar antara 0,21 ton CO<sub>2</sub>/jam – 0,73 ton CO<sub>2</sub>/jam. Selain itu, dari perhitungan juga terlihat bahwa emisi CO<sub>2</sub> saat *weekend* lebih sedikit 49% dibandingkan dengan *weekday*.

D. Karbon Dioksida dengan Box Model

CO<sub>2</sub> yang diemisikan akan masuk ke udara ambien dan bercampur dengan polutan lainnya. Oleh karena itu diperlukan perhitungan dengan Metode Model Box (gambar 1) untuk mengetahui berapa beban CO<sub>2</sub> ambien. Rata-rata emisi CO<sub>2</sub> titik 1–6 saat weekday pukul 14.00 WIB – 15.00 WIB = 1,71 ton CO<sub>2</sub>/jam = 475,26 g CO<sub>2</sub>/detik

L = 1.143 m  
 A = 52.800 m<sup>2</sup> dengan x = 1.200 m dan w = 44 m  
 H = 755 m  
 U = 3,09 m/detik  

$$t = \frac{1.143 \text{ m}}{3,09 \text{ m/detik}} = 369,90 \text{ detik}$$

$$q = \frac{\text{total emisi CO}_2}{A \text{ model box}} = \frac{475.264,90 \text{ mg/detik}}{52.800 \text{ m}^2} = 9,00 \text{ mg/m}^2/\text{detik}$$

Maka konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam model box

$$C(t) = \frac{9,00 \text{ mg/m}^2/\text{detik} \times 1.143 \text{ m}}{3,09 \text{ m/detik} \times 755 \text{ m}} \left(1 - e^{-\frac{3,09 \text{ m/detik} \times 369,90 \text{ detik}}{1.143 \text{ m}}}\right)$$

$$= 2,7877 \text{ mg CO}_2/\text{m}^3$$

CO<sub>2</sub> setelah terdispersi

$$\text{Massa CO}_2 = \frac{2,7877 \text{ mg/m}^3}{755 \text{ m} \times 52.800 \text{ m}^2} = 111.127.977,69 \text{ mg}$$

$$\text{CO}_2 = \frac{111.127.977,69 \text{ mg}}{369,90 \text{ detik}} = 300.424,72 \text{ mg CO}_2/\text{detik}$$

Rata-rata emisi CO<sub>2</sub> titik 1-6 saat weekday setelah terdispersi sebesar 300.424,72 mg CO<sub>2</sub>/detik.

E. Karbon Dioksida tahun 2017-2021

Data *traffic counting* yang dilakukan DISHUB selama lima tahun terakhir dan data *traffic counting* di lapangan digunakan untuk proyeksi jumlah kendaraan di wilayah studi. Dari proyeksi kendaraan dapat diestimasi jumlah CO<sub>2</sub> di udara ambien dalam kurun lima tahun ke depan. Dengan perhitungan yang sama seperti sebelumnya, dihitung beban CO<sub>2</sub> ambien (tabel 3).

Tabel 3  
 Karbon Dioksida Ambien  
 CO<sub>2</sub> ambien  
 (mg CO<sub>2</sub>/detik)

Tahun	14.00 WIB – 15.00 WIB
2017	219.294,94
2018	219.472,73
2019	219.650,51
2020	219.813,22
2021	219.813,22
	15.00 WIB – 16.00 WIB
2017	233.722,46
2018	219.650,51
2019	219.813,22
2020	219.991,00
2021	219.995,00

Sumber: Hasil Perhitungan (2016)

**F. Ruang Terbuka Hijau Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur**

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pulau RTH median Jalan Perak Barat dan Perak Timur didominasi oleh pohon Angsana dan pohon Bintaro. Pohon yang mendominasi di pinggir jalan adalah pohon Bintaro. Pohon-pohon ini lebih banyak berada di Jalan Perak Barat dibandingkan Jalan Perak Timur karena pada jalan tersebut pinggir jalannya dibuat jalur pedestrian dengan keramik. Terdapat tiga pulau di median jalan ini dan pulau yang paling luas lahannya adalah pulau 2 sebab panjang pulau ini mencapai 400 meter.

Jumlah pohon di pulau 2 lebih banyak jika dibandingkan dengan pulau 1 dan 3 namun pohon-pohon di pulau ini tidak serimbun pulau 1 dan ranting-rantingnya baru selesai dalam proses pemangkasan. Oleh karena itu sinar matahari masih dapat ditangkap oleh perdu/semak yang terdapat di bawah pohon. Berbeda dengan pulau 1, Pohon-pohon, terutama pohon Angsana, di pulau ini sangat rimbun sehingga perdu/semak di bawahnya tidak mendapatkan cukup sinar matahari. Kondisi RTH pulau 3 adalah yang terburuk ditinjau dari fungsi estetikanya. Pada bulan Maret 2016, saat *traffic counting* dilakukan, pulau ini masih penuh dengan pohon angšana. Namun saat dilakukan penghitungan jumlah pohon pada bulan Mei 2016, pohon-pohon di tengah pulau ditebang sehingga hanya menyisakan pohon-pohon di pinggir pulau. Setengah bagian tengah pulau ini sudah ditanami semak dan penempatannya sudah tertata dengan baik. Namun setengah bagian lainnya masih dalam proses penanaman dan penataan perdu/semak. Dengan menggunakan persamaan 3 didapatkan besaran daya serap total CO<sub>2</sub> masing-masing pohon di setiap pulau median jalan dan pinggir jalan (tabel 4).

**Tabel 4**  
Daya Serap CO<sub>2</sub> Pohon Eksisting  
Daya Serap CO<sub>2</sub> (mg CO<sub>2</sub>/detik)

Jenis Pohon	Pulau 1	Pulau 2	Pulau 3	Pinggir Jalan
Angsana	30.370,37	48.888,89	29.629,63	20.000,00
Bintaro	79.075,99	81.213,18	24.577,67	81.213,18
Dadap Merah	219,85	164,89	-	-
Glodogan	-	-	1.758,84	-
Kamboja Bali	18,60	818,54	223,24	-
Kamboja Pagoda	93,02	223,24	-	-
Kupu-kupu	4.068,11	-	-	-
Lamtoro	-	338,24	338,24	-
Pandan Bali	-	498,12	-	-
Palm Kuning Kecil	19.607,64	948,76	316,25	-
Palm Merah	-	4.743,78	3.478,78	-
Palm Phoenix	4.111,28	15.812,62	4.427,53	-
Trembesi	24.089,62	4.817,92	-	-
Waru Merah	-	430,67	-	-
Total	161.654,5	158.898,8	64.750,2	101.213,2
Total seluruhnya				486.516,7

Sumber: Hasil Perhitungan (2016)

Pohon Bintaro memegang peranan terbesar dalam penyerapan CO<sub>2</sub> meskipun pohon Trembesi merupakan pohon yang mempunyai daya serap CO<sub>2</sub> yang tinggi. Namun karena jumlah pohon Trembesi yang sedikit, pohon ini hanya menyerap CO<sub>2</sub> terbanyak ketiga setelah pohon Bintaro dan Angsana. Perdu/semak yang terdapat pada median jalan dihitung luasnya berdasarkan pulau. Hal ini dilakukan untuk

memudahkan perhitungan serta mengetahui keanekaragaman jenis perdu/semak di setiap pulau. Daya serap perdu/semak tidak mudah untuk diperoleh nilainya. Dari semua jenis perdu/semak yang ada, hanya daya serap Pucuk Merah yang diperoleh. Oleh karena itu daya serap perdu/semak lainnya disamakan dengan daya serap tanaman tersebut. Berbeda dengan pohon yang dihitung per pohon, perdu/semak dihitung berdasarkan luasnya. Total daya serap perdu/semak dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5**  
Daya Serap CO<sub>2</sub> Perdu/semak Eksisting  
Daya Serap CO<sub>2</sub> (mg CO<sub>2</sub>/detik)

Jenis Perdu/semak	Pulau 1	Pulau 2	Pulau 3
Bakung	62,84	305,88	54,13
Bunga Pukul Delapan	-	226,86	160,12
Bunga Pisang-pisangan	7,84	116,35	7,98
Daun Talas	-	6,24	43,66
Erva Merah	-	161,11	102,92
Gandarusa	114,55	167,01	122,06
Giant Agave	-	4,68	15,59
Jaburan	133,23	142,81	41,94
Kana	200,45	288,22	262,02
Kembang Sepatu	-	15,96	-
Lili Brazil	80,79	94,44	15,48
Melati Jepang	236,50	322,60	128,26
Melati Jepang Merah	-	24,75	62,65
Pandan Duri	8,74	-	-
Pandan Bor	3,51	21,05	17,54
Pucuk Merah	10,10	8,42	6,18
Puring	298,96	552,65	199,47
Rowelia	75,21	590,63	-
Sakura	-	222,88	136,20
Soka Jepang	37,92	22,03	-
Song of India	-	-	17,45
Spider Lili	5,78	223,24	-
Tabernae	12,11	94,06	-
Teh-tehan	60,51	28,90	-
Terang Bulan	86,94	219,62	70,10
Tricolor Merah	76,90	96,04	152,10
Ubi Hias Kuning	146,12	-	-
Zigzag Belang	87,69	150,88	-
Total	1.746,68	4.107,30	1.615,86
Total seluruhnya			7.469,83

Sumber: Hasil Perhitungan (2016)

CO<sub>2</sub> ambien maksimum yang dihasilkan dari transportasi darat pada tahun 2016 adalah sebesar 300.424,72 mg CO<sub>2</sub>/detik dan daya serap CO<sub>2</sub> eksisting sebesar 493.986,51 mg CO<sub>2</sub>/detik. Dengan penyerapan eksisting, CO<sub>2</sub> ambien pada saat *weekday* telah terserap secara optimal. Apabila pada waktu *weekday* CO<sub>2</sub> ambien telah terserap maka pada waktu *weekend* CO<sub>2</sub> ambien juga telah terkelola dengan baik.

Daya serap CO<sub>2</sub> RTH eksisting juga dibandingkan dengan CO<sub>2</sub> ambien hasil proyeksi tahun 2017 – 2021. Melalui perhitungan diketahui bahwa tanaman pada RTH mempunyai nilai penyerapan yang lebih besar dibanding emisi CO<sub>2</sub> yang masuk ke udara ambien.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil kajian kecukupan RTH di Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Jumlah CO<sub>2</sub> ambien saat *peak hour* tahun 2016 mencapai 266,85 g CO<sub>2</sub>/detik, tahun 2017 mencapai 233,72 g CO<sub>2</sub>/detik, tahun 2018 mencapai 233,90 g CO<sub>2</sub>/detik, tahun 2019 mencapai 234,07 g CO<sub>2</sub>/detik, tahun 2020 mencapai 234,23 g CO<sub>2</sub>/detik dan tahun 2021 mencapai 234,41 g CO<sub>2</sub>/detik. Peningkatan jumlah emisi akan terus terjadi jika kepemilikan kendaraan pribadi lebih besar daripada optimalisasi jumlah kendaraan umum.
- 2) Jumlah CO<sub>2</sub> ambien pada tahun 2016 sudah terserap secara optimal dengan penyerapan total sebesar 493,99 g CO<sub>2</sub>/detik. Apabila kondisi pulau RTH masih sama, maka sampai tahun 2021 CO<sub>2</sub> ambien tetap terserap optimal. Oleh karena itu tidak diperlukan penambahan jumlah pohon. Namun pohon yang terdapat pada Jalan Perak Barat dan Jalan Perak Timur perlu dirawat dan dikelola dengan baik agar penyerapan CO<sub>2</sub> ambien tetap optimal.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Kebersihan dan Petamanan Kota Surabaya serta Dinas Perhubungan Kota Surabaya yang telah memberikan dukungan material untuk kelancaran perencanaan.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Surabaya diakses dari <http://www.bps.go.id/>, diakses pada tanggal 17 Oktober 2015 pukul 12.10 WIB
- [2] Widyastri Atsary Rahmy, Budi Faisal dan Agus R. Soeriaatmadja. 2012. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota pada Kawasan Padat, Studi Kasus di Wilayah Tegallega, Bandung. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia* 1 (1), hal 27 – 38
- [3] Aringga Budi Putra. 2012. Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat Permukiman Dalam Menyerap Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Memenuhi Kebutuhan Oksigen (O<sub>2</sub>) di Surabaya Barat (Studi Kasus: Kecamatan Lakarsantri). *Jurnal Teknik POMITS* 1 (1), hal 1 – 3
- [4] Fitriana Faizah. 2011. Model Sistem Dinamis Ruang Terbuka Hijau Kota Medan Berdasarkan Faktor-faktor Lingkungan (Studi Kasus di Kecamatan Medan Polonia dan Medan Area) (Tesis). Medan: USU
- [5] Afrizal Ramadhan dan Iwan Kustiwan. 2012. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Fungsi Ekologis Sebagai Penghasil Oksigen dan Kawasan Resapan Air Sesuai Tipologi Kota (Studi Kasus: Kota Bandung, Kota Bogor dan Kota Cirebon). *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota A SAPPK* 1 (2), hal 379 – 389
- [6] Elis Hastuti. 2011. Kajian Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perumahan Sebagai Bahan Revisi SNI 03-17332004. *Jurnal Standarisasi* 13 (1), hal 35 – 44
- [7] Ebid Rocky Alfatikh. 2014. Evaluasi Pengembangan Wilayah Ruang Terbuka Hijau Sebagai Daya Dukung Lingkungan Kota Surabaya. *Swara Bumi* 2 (1), hal 95 – 106
- [8] Menteri Lingkungan Hidup. 2010. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup
- [9] Frans Wanggai. 2009. Manajemen Hutan. Jakarta: Grasindo