

KEBUTUHAN RTH UNTUK MENYERAP EMISI CO₂ KENDARAAN BERMOTOR PADA KAWASAN JEMBATAN TELUK KENDARI

Wa Ode Dwi Muja Lestari¹, Apif M. Hajji², Anie Yulistyorini³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang

E-mail: ¹dwimujalestari@gmail.com, ²apif.miptahul.ft@um.ac.id, ³anie.yulistyorini.ft@um.ac.id

Abstract: Emitted carbon dioxide (CO₂) produced by vehicle activities in Kendari Bay Bridge area needs to be balanced with the availability of green open space. The aims of this study are: (a) determining the amount of vehicles passing by Kendari Bay Bridge, (b) analyzing the concentration of emitted CO₂ produced by vehicles on Kendari Bay Bridge area, and (c) analyzing the need for green open space to absorb the emitted CO₂ produced by vehicles on Kendari Bay Bridge. The methods used in this research are field observation, literature study, and institutional survey. The result showed that during the traffic counting observations were carried out, there were 10476 vehicles passed on Wr. Soepratman road, 11007 vehicles on Insinyur Soekarno road, 7172 units of vehicles Tinumbu-Beringin III-Gajah Mada road, and 8677 vehicles on Sukowati road. The highest total concentration of emitted CO₂ from vehicle activities is 337,09 kg/hour, and the need for green open space to absorb all emitted is done by optimizing the existing green open space with 165,995 kg/hour of absorption capacity and designing new green open space with 172,943 kg/hour of absorption capacity. The new green open space utilizes potential land located in Kendari Bay Bridge area of 1,172 ha with a composition of 80% of the total area or 0,937 ha consisting of softscape components (vegetation), while the remaining 20% or 0,234 ha consists of hardscape components (inanimate objects).

Keywords: green open space, emitted CO₂, vehicle, Kendari Bay Bridge (JTK)

Abstrak: Emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan akibat aktivitas kendaraan bermotor pada kawasan Jembatan Teluk Kendari (JTK) perlu diimbangi dengan ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH). Tujuan dari penelitian ini adalah: (a) mengetahui jumlah kendaraan bermotor yang melintasi Jembatan Teluk Kendari, (b) menganalisis konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di Jembatan Teluk Kendari, dan (c) menganalisis kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada Jembatan Teluk Kendari. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi lapangan, studi literatur, serta survei instansional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama waktu pengamatan *traffic counting* dilakukan, tercatat 10476 unit kendaraan melintas pada ruas Jl. Wr. Soepratman (JTK), 11007 unit kendaraan pada Jl. Insinyur Soekarno, 7172 unit kendaraan Jl. Tinumbu-Jl. Beringin III-Jl. Gajah Mada, dan 8677 unit kendaraan pada Jl. Sukowati. Total konsentrasi emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas kendaraan bermotor adalah 337,09 kg/jam, dan kebutuhan RTH untuk menyerap seluruh emisi dilakukan dengan mengoptimalkan RTH eksisting menjadi RTH berdaya serap 165,995 kg/jam dan mendesain RTH baru berdaya serap 172,943 kg/jam. RTH baru memanfaatkan lahan potensial yang berada pada kawasan Jembatan Teluk Kendari seluas 1,172 ha dengan komposisi 80% dari total luasan tersebut atau 0,937 ha terdiri atas komponen *softscape* (vegetasi), sedangkan sisanya sebesar 20% atau 0,234 ha terdiri atas komponen *hardscape* (benda mati).

Kata kunci: ruang terbuka hijau (RTH), emisi CO₂, kendaraan bermotor, Jembatan Teluk Kendari (JTK)

PENDAHULUAN

Ketersediaan sistem jaringan transportasi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dalam penerapannya tidak hanya memberikan kontribusi yang bersifat positif namun juga kontribusi yang bersifat negatif. Kontribusi

negatif yang didapatkan dari sistem ini umumnya terkait dengan permasalahan lingkungan, misalnya peningkatan konsumsi minyak bumi sebagai bahan bakar kendaraan dan pencemaran udara (Sukarno, 2016). Data statistik dari Kementerian ESDM RI menunjukkan bahwa pada tahun 2017 sektor

transportasi tercatat menyumbang sebesar 47,15% dari total penggunaan konsumsi energi (Kementerian ESDM, 2020). Konsumsi energi tersebut dibarengi dengan meningkatnya konsentrasi emisi gas rumah kaca (GRK) dan polutan lainnya (Sukarno, 2016). Peningkatan konsentrasi GRK khususnya emisi gas karbon dioksida (CO₂), secara langsung telah menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim yang ekstrim. Selain itu, pertumbuhan emisi CO₂ juga berdampak buruk bagi kesehatan manusia, yakni meningkatkan resiko tertular penyakit pernapasan (Liu, 2020).

Hubungan kausal antara fungsi sektor transportasi dan pertumbuhan ekonomi yang berakibat meningkatnya konsentrasi emisi CO₂ pada lingkungan tidak dapat lagi dihindari. Salah satu upaya mitigasi paling implementatif dari permasalahan tersebut adalah dengan menyediakan ruang terbuka hijau (RTH). Penyediaan RTH dipandang sebagai upaya paling tepat dalam mereduksi emisi CO₂ yang disebabkan oleh sektor transportasi (Rawung, 2015). Berdasarkan UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, ruang terbuka hijau pada wilayah perkotaan dipersyaratkan memiliki luas paling sedikit 30% dari luas wilayah kota, dengan proporsi 20% sebagai ruang terbuka hijau publik dan sisanya sebagai ruang terbuka hijau privat. RTH publik sebagai ruang terbuka hijau yang dikelola oleh pemerintah dapat berupa taman kota, taman pemakaman umum, dan jalur hijau sepanjang jalan.

Jembatan Teluk Kendari yang berlokasi di Jalan Wr. Soepratman, Kecamatan Kendari, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Jembatan ini merupakan akses utama yang menghubungkan Jalan Lingkar Kendari pada Kota Lama dan Poasia sekaligus sebagai fasilitas sistem jaringan transportasi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi masyarakat. Tingginya arus pergerakan yang terjadi pada jembatan ini tentunya berkontribusi dalam proses pencemaran udara, khususnya terkait peningkatan konsentrasi emisi CO₂.

Bertambahnya sumber pencemar udara akibat aktivitas kendaraan di sekitar kawasan Jembatan Teluk Kendari menyebabkan analisis terkait kebutuhan penyediaan RTH publik penting untuk dilakukan. Penelitian terkait keberadaan vegetasi pada RTH membuktikan bahwa polusi

udara dapat direduksi secara signifikan hingga 69% (Dwiyanto, 2009). Lahan di sekitar kawasan jembatan yang tidak dimanfaatkan dengan baik akan berpotensi menjadi kawasan kumuh (Asy'ari & Elvira, 2020), sehingga dengan demikian peran dan fungsi lahan tersebut perlu dikembangkan secara maksimal untuk menjadi RTH yang dapat memberi manfaat lebih bagi masyarakat. Ketersediaan RTH di sekitar kawasan jembatan menyebabkan pertumbuhan ekonomi dapat berjalan dengan semestinya dan udara bersih yang diperlukan oleh masyarakat dapat terus tersedia.

Tujuan dari penelitian ini adalah: (a) mengetahui jumlah kendaraan bermotor yang melintasi Jembatan Teluk Kendari, (b) menganalisis konsentrasi emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor di Jembatan Teluk Kendari, dan (c) menganalisis kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor pada Jembatan Teluk Kendari.

TINJAUAN PUSTAKA

Ruang terbuka hijau kawasan perkotaan (RTHKP)

Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 1 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan mendefinisikan ruang terbuka hijau kawasan perkotaan (RTHKP) sebagai bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi, dan estetika. Ada pun kawasan perkotaan adalah kawasan yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan, dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Keberadaan RTH pada kawasan perkotaan merupakan sarana penyerapan air maupun penyimpan cadangan air, penyaring udara yang kotor akibat aktivitas industri dan kendaraan bermotor, serta penyejuk udara sekitar (Mulyanie & As'ari, 2019). Keberadaan beragam vegetasi pada suatu RTH dapat diarahkan untuk mengendalikan konsentrasi gas CO₂ dengan cara menyerap gas tersebut, dengan catatan bahwa setiap vegetasi memiliki daya serapnya sendiri-sendiri (Lase, 2017).

Emisi CO₂ kendaraan bermotor

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 55 Tahun 2012 Tentang Kendaraan, kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Tahun 1997 mengklasifikasikan kendaraan bermotor menjadi 3 jenis, yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Penjelasan lebih lanjut terkait klasifikasi tersebut tersaji pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi kendaraan bermotor

No.	Klasifikasi	Definisi	Jenis Kendaraan
1.	Kendaraan ringan (<i>Light Vehicle</i> ; LV)	Kendaraan bermotor dengan dua gandar berjarak 2,0-3,0 m.	Mobil penumpang, oplet, mikrobis, <i>pick-up</i> dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
2.	Kendaraan berat (<i>Heavy Vehicle</i> ; HV)	Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4.	Bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.
3.	Sepeda motor (<i>Motorcycle</i> ; MC)	Sepeda motor dengan dua atau tiga roda.	Sepeda motor dan kendaraan roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

Sumber : MKJI, 1997

Lalu lintas yang pada kenyataannya terdiri dari berbagai macam jenis kendaraan yang berbeda kemudian membutuhkan faktor konversi kendaraan. Faktor tersebut digunakan sebagai bentuk pendekatan matematis untuk meminimalisir perbedaan dari masing-masing jenis kendaraan yang ada (Sihotang, 2010). Arus kendaraan campuran dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (smp), yakni satuan arus lalu lintas di mana arus dari berbagai tipe kendaraan telah diubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan nilai ekivalensi kendaraan penumpang (MKJI, 1997). Nilai faktor konversi dari ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk kendaraan ringan (LV) selalu 1,0, sedangkan kendaraan berat (HV) bernilai 1,20, dan sepeda motor (MC) bernilai 0,25.

Beban emisi CO₂ yang dihasilkan oleh lalu lintas kendaraan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 berikut ini.

$$Q = N_i \times FE_i \times K_i \times L \quad (1)$$

dengan Q = jumlah emisi (kg/jam), N_i = jumlah kendaraan bermotor tipe-i (smp/jam), FE_i = faktor emisi CO₂ (kg/liter), K_i = konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor tipe-i (liter/100 km), dan L = panjang jalan (km).

Faktor emisi adalah suatu koefisien yang menunjukkan banyaknya emisi per unit aktivitas (KLH, 2012). Nilai faktor emisi CO₂ kendaraan bermotor bergantung pada jenis BBM yang digunakan, dengan 2,2 kg/liter untuk solar (*diesel oil*) dan 2,6 untuk premium (*fuel oil*). Adapun konsumsi bahan bakar yang telah disesuaikan dengan jenis kendaraannya tersaji pada Tabel 2 berikut.

Kebutuhan RTH berdasarkan Emisi CO₂

Perhitungan kebutuhan RTH dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan terhadap kemampuan RTH eksisting dalam menyerap emisi CO₂. Setelah mengetahui daya serap RTH eksisting, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan total emisi sisa, yakni jumlah emisi CO₂ yang tidak dapat diserap oleh RTH eksisting. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2 dan 3 berikut.

$$\text{Kemampuan daya serap CO}_2 \text{ RTH eksisting} = \text{daya serap CO}_2 \text{ pohon-i} \times \text{jumlah pohon-i} \quad (2)$$

$$\text{Total emisi sisa} = A - B \quad (3)$$

dengan i = pohon jenis tertentu, A = total emisi CO₂ (kg/jam), dan B = total daya serap CO₂ oleh pohon (kg/jam).

Tabel 2. Konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor

No.	Jenis Kendaraan	Konsumsi Energi Spesifik (liter/100 km)
1.	Sepeda motor, skuter, kendaraan roda 3	2,66
2.	Mobil penumpang	11,79
3.	Opelet, suburban, combi, dan minibus	11,60
4.	<i>Pick-up</i> , <i>micro truck</i> , dan mobil hantaran	10,64
5.	Bus kecil	16,50
6.	Bus besar	16,89
7.	Truk ringan 2 sumbu	18,50
8.	Truk sedang 2 sumbu	18,80
9.	Truk 3 sumbu	19,00
10.	Truk gandengan	19,10
11.	Truk semi trailer	19,20

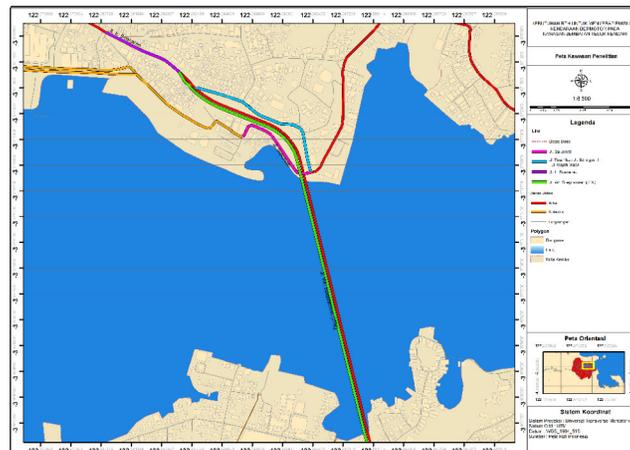
Sumber: Nurdjanah, 2015

METODE PENELITIAN

Lokasi enelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan Jembatan Teluk Kendari (JTK) tepatnya ruas Jl. Wr.

Soepratman (JTK), Jl. Insinyur Soekarno, Jl. Tinumbu-Jl. Beringin III-Jl. Gajah Mada, dan Jl. Sukowati. Adapun lokasi penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Peta kawasan penelitian

Kebutuhan data penelitian

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini meliputi data primer yang diperoleh dengan

pengamatan langsung di lapangan, serta data sekunder yang diperoleh dari survei instansional maupun studi literatur. Adapun rincian data tersebut tersaji pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Jenis dan sumber data penelitian

No.	Data	Jenis Data	Sumber
1.	Jam puncak <i>traffic (peak hour)</i>	Primer	Wawancara
2.	Jumlah kendaraan bermotor yang melintas sesuai dengan klasifikasinya	Primer	Observasi lapangan (<i>traffic counting</i>)
3.	Faktor emisi gas kendaraan bermotor	Sekunder	Studi literatur
4.	Konsumsi bahan bakar kendaraan	Sekunder	Studi literatur
5.	Panjang jalan	Sekunder	Studi literatur
6.	Luas RTH eksisting	Sekunder	Studi literatur, survei instansional
7.	Jenis vegetasi pada RTH eksisting	Primer	Observasi lapangan
8.	Nilai daya serap pohon RTH terhadap CO ₂	Sekunder	Studi literatur

Data primer berupa jumlah kendaraan bermotor diperoleh dengan melakukan *traffic counting* pada empat ruas jalan yang berada pada kawasan penelitian (Gambar 1) selama tiga hari, yakni hari Senin dan Kamis (*weekdays*) serta hari Sabtu (*weekend*) pada jam puncak (*peak hour*) pagi, siang, dan sore untuk mendapatkan jumlah kendaraan maksimal. Data jam puncak atau lama waktu pengamatan diperoleh dengan cara melakukan wawancara kepada beberapa pihak yang hampir setiap saat dapat menyaksikan arus lalu lintas pada kawasan penelitian (masyarakat sekitar). Adapun data jenis vegetasi pada RTH eksisting dilakukan dengan observasi lapangan pada seluruh RTH eksisting yang berada di Kecamatan Kendari.

Tahapan analisis

Secara garis besar, tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut: (a) melakukan perhitungan kendaraan bermotor, (b) melakukan perhitungan emisi CO₂ kendaraan bermotor, (c) menentukan kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor, dan (d) merencanakan desain RTH untuk menyerap sisa emisi CO₂ kendaraan bermotor.

Perhitungan kendaraan bermotor dilakukan dengan mengklasifikasikan jenis kendaraan sesuai Tabel 1. *Traffic counting* dilakukan di beberapa titik dalam kawasan penelitian pada waktu-waktu tertentu. Perhitungan emisi CO₂ kendaraan bermotor dilakukan pada masing-

masing ruas jalan sesuai Persamaan 1, dengan data berupa jumlah kendaraan bermotor dalam satuan mobil penumpang, faktor emisi, konsumsi bahan bakar kendaraan (Tabel 2), serta panjang jalan. Kebutuhan RTH untuk menyerap emisi CO₂ kendaraan bermotor dihitung sesuai Persamaan 2, dengan data berupa jumlah pohon pada RTH eksisting serta daya serapnya. Selanjutnya sisa emisi yang belum dapat terserap oleh RTH eksisting dihitung sesuai Persamaan 3. Perencanaan desain RTH untuk menyerap sisa emisi dilakukan dengan terlebih dahulu memaksimalkan potensi RTH eksisting, dilanjutkan dengan menentukan lahan potensial untuk dijadikan RTH yang baru serta jenis vegetasi yang disesuaikan dengan kondisi lahan potensial tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kendaraan bermotor

Traffic counting bertujuan untuk mengetahui volume kendaraan bermotor yang melintas pada masing-masing ruas jalan di kawasan penelitian. Perhitungan yang dilakukan pada *peak hour* pagi (pukul 07.00-08.00), siang (pukul 13.00-14.00), dan sore (pukul 16.00-17.00). Satuan dalam volume kendaraan ini adalah unit kendaraan. Selama waktu pengumpulan data volume kendaraan bermotor, diperoleh hasil yang tersaji pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Volume kendaraan bermotor pada tiap ruas jalan

Hari	Periode	Ruas Jalan (Unit kendaraan/jam)				Total (Unit kendaraan/jam)
		A	B	C	D	
Senin	07.00-08.00	1249	1299	867	1067	4482
	13.00-14.00	1199	1428	909	1218	4754
	16.00-17.00	1274	1345	966	956	4541
Kamis	07.00-08.00	1210	1214	721	893	4038
	13.00-14.00	1153	1245	712	951	4061
	16.00-17.00	1192	1239	844	770	4045
Sabtu	07.00-08.00	1124	885	629	791	3429
	13.00-14.00	947	1069	730	999	3745
	16.00-17.00	1128	1283	794	1032	4237
Total (Unit kendaraan)		10476	11007	7172	8677	

Keterangan:

A : Jl. Wr. Soepratman (JTK)

C : Jl. Tinumbu-Jl. Beringin III-Jl. Gajah Mada

B : Jl. Insinyur Soekarno

D : Jl. Sukowati

Berdasarkan hasil *traffic counting* pada Tabel 4 di atas, diketahui bahwa kepadatan volume kendaraan bermotor tertinggi terjadi pada hari Senin, tepatnya *peak hour* siang atau periode pukul 13.00-14.00 dengan 4754 unit kendaraan/jam, sedangkan kepadatan terendah terjadi pada hari Sabtu, tepatnya *peak hour* pagi atau periode pukul 07.00-08.00 dengan 3429 unit kendaraan/jam. Adapun ruas jalan terpadat adalah Jl. Insinyur Soekarno dengan total volume kendaraan sebanyak 11007 unit selama waktu pengamatan.

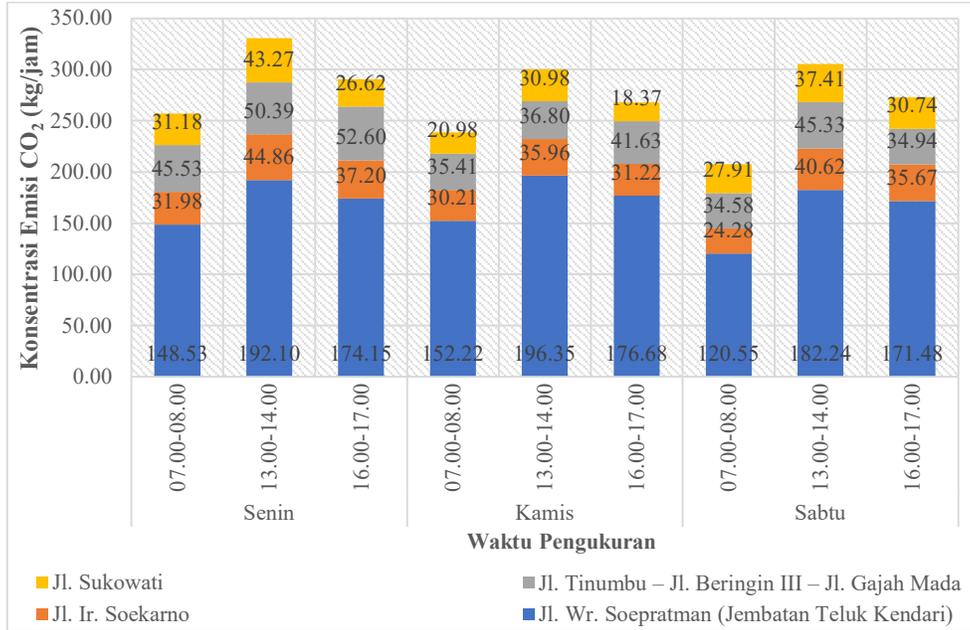
Perhitungan emisi CO₂ kendaraan bermotor

Berdasarkan hasil perhitungan dengan Persamaan 1, konsentrasi emisi CO₂ pada masing-masing ruas jalan cukup bervariasi setiap periodenya. Hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah kendaraan bermotor dalam smp (N), faktor emisi (FE), besarnya konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor (K), serta panjang masing-masing ruas jalan itu sendiri. Tercatat Jl Wr. Soepratman (JTK) menyumbang konsentrasi emisi CO₂ paling besar dibandingkan ketiga ruas jalan lainnya (Lihat

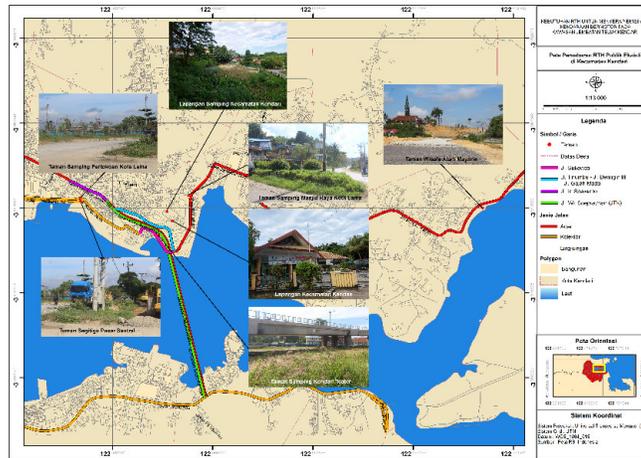
Gambar 2), dengan konsentrasi tertinggi sebesar 196,35 kg/jam, disusul oleh ruas Jl. Tinumbu – Jl. Beringin III – Jl. Gajah Mada dengan 52,60 kg/jam, Jl. Insinyur Soekarno dengan 44,86 kg/jam, dan Jl. Sukowati dengan 43,27 kg/jam. Jika dijumlahkan, maka total emisi CO₂ yang dihasilkan adalah 337,09 kg/jam.

Perhitungan daya serap vegetasi pada RTH eksisting

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Kota Kendari, RTH publik eksisting pada Kecamatan Kendari, terbagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu taman kota, taman wisata alam, dan lapangan olahraga. Ketiga jenis RTH publik tersebut memiliki luas (Ha) yang berbeda-beda. Letak masing-masing RTH publik eksisting dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan luasannya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.



Gambar 2. Grafik konsentrasi emisi CO₂ pada kawasan penelitian



Gambar 3. Letak RTH publik eksisting

Tabel 5. Luas RTH Publik eksisting pada Kecamatan Kendari

No.	Jenis RTH Publik	Luas (Ha)
Taman Kota		
1.	Taman Samping Pertokoan Kota Lama	0,01
2.	Taman Segitiga Pasar Sentral	0,01
3.	Taman Samping Masjid Raya Kota Lama	0,03
4.	Taman Samping Kendari Teater	0,2
Taman Wisata Alam		
5.	Taman Wisata Alam Mayaria	3,57
Lapangan Olahraga		
6.	Lapangan Kecamatan Kendari	1,1
7.	Lapangan Samping Kecamatan Kendari	0,58
Total		5,53

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kota Kendari, 2021

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa RTH eksisting pada Kecamatan Kendari memiliki beragam jenis vegetasi, baik pohon maupun semak/perdu. Terdapat 17 jenis pohon dan 6 jenis semak/perdu, dengan total jumlah pohon sebanyak 160 dan semak/perdu sebanyak 60. Namun, berdasarkan observasi lapangan,

diketahui bahwa Taman Samping Kendari Teater telah dialihfungsikan menjadi area Jembatan Teluk Kendari. Berikutnya, daya serap vegetasi dari masing-masing RTH eksisting dihitung dengan Persamaan 2. Hasil perhitungan daya serap vegetasi jenis pohon tersaji pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Daya serap vegetasi jenis pohon pada RTH eksisting

Nama Lokal	Daya Serap CO₂ (kg/jam)	Jumlah Tanaman	Jumlah Total Daya Serap CO₂ (kg/jam)
<i>Taman Samping Masjid Raya Kota Lama</i>			
Lontar	0,1044	1	0,1044
Tabebuaya	0,1836	1	0,1836
<i>Sub Total</i>		2	0,2880
<i>Taman Wisata Alam Mayaria</i>			
Cemara	0,1044	1	0,1044
Kelapa	0,0918	10	0,9179
Ketapang	0,0242	12	0,2899
Mangga	0,0520	2	0,1039
Palem Mac Arthur	0,0055	25	0,1371
Palem Putri	0,0055	8	0,0439
Trembesi	3,2475	9	29,2278
<i>Sub Total</i>		67	30,8249
<i>Lapangan Kecamatan Kendari</i>			
Bambu Kuning	0,0001	8	0,0009
Cemara	0,1044	1	0,1044
Glodokan Tiang	0,1044	12	1,2533
Kelapa	0,0918	10	0,9179
Mangga	0,0520	1	0,0520
Palem Mac Arthur	0,0055	5	0,0274
Palem Putri	0,0055	10	0,0548
Pepaya	0,0015	3	0,0044
Pisang	0,0174	3	0,0522
Tanjung	0,1944	12	2,3329
<i>Sub Total</i>		65	4,8002
<i>Lapangan Samping Kecamatan Kendari</i>			
Beringin	0,2189	1	0,2189
Kersen	0,3410	3	1,0230
Lontar	0,1044	1	0,1044
Pisang	0,0174	18	0,3131
Trembesi	3,2475	1	3,2475
Trengguli	0,6045	2	1,2090
<i>Sub Total</i>		26	6,1160
Total		160	42,0291

Berdasarkan Tabel 6 di atas, diketahui bahwa RTH eksisting dengan daya serap vegetasi jenis pohon terbesar adalah Taman Wisata Alam Mayaria dengan 30,8249 kg CO₂/jam. Adapun RTH eksisting dengan daya serap vegetasi jenis

semak/perdu terbesar adalah Lapangan Kecamatan Kendari dengan 0,0066 kg CO₂/jam. Hasil perhitungan selengkapnya tersaji pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Daya serap vegetasi jenis semak/perdu pada RTH eksisting

Nama Lokal	Daya Serap CO ₂ (kg/jam)	Jumlah Tanaman	Jumlah Total Daya Serap CO ₂ (kg/jam)
Taman Samping Pertokoan Kota Lama			
Bougenville	0,0003	6	0,0016
<i>Sub Total</i>		6	<i>0,0016</i>
Taman Samping Masjid Raya Kota Lama			
Alamanda	0,0000	5	0,0000
Bougenville	0,0003	6	0,0016
Marginata	0,0011	3	0,0033
<i>Sub Total</i>		14	<i>0,0048</i>
Lapangan Kecamatan Kendari			
Bougenville	0,00026	18	0,00468
Euphorbia	0,00006798	8	0,000544
Hanjuang	0,00014	4	0,00056
Lidah Mertua	0,00008	10	0,0008
<i>Sub Total</i>		40	<i>0,0066</i>
Total		60	0,0130

Perhitungan sisa emisi

Setelah total emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan kemampuan daya serap vegetasi pada RTH eksisting diketahui,

selanjutnya total sisa emisi dihitung sesuai Persamaan 3. Total sisa emisi yang belum terserap dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Total sisa emisi yang belum terserap

Emisi CO ₂ Kendaraan Bermotor (kg/jam)	Kemampuan Daya Serap CO ₂ oleh Vegetasi (kg/jam)	Sisa Emisi CO ₂ yang Belum Terserap (kg/jam)
337,09	42,0421	295,048

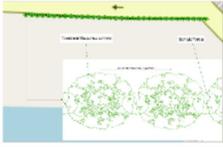
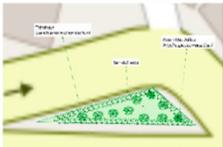
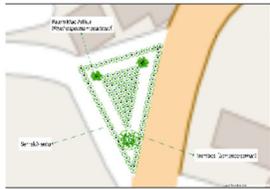
Kebutuhan RTH

Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, diketahui bahwa kondisi aktual RTH eksisting kurang terawat, sehingga kemampuan daya serap sebesar 42,0421 kg/jam dapat lebih dioptimalkan. Pengoptimalan daya serap emisi pada RTH eksisting dapat dilakukan dengan revegetasi, yakni proses meningkatkan luas tutupan vegetasi untuk meningkatkan daya serap CO₂ dengan penggantian jenis vegetasi semak/perdu menjadi vegetasi yang daya serapnya lebih baik (Kondorura, 2018). Revegetasi diasumsikan dapat dilakukan terkecuali pada Taman Samping Kendari Teater, Taman Wisata Alam Mayaria, dan Lapangan Kecamatan Kendari. Asumsi tersebut didasarkan

pada pertimbangan bahwa kondisi Taman Samping Kendari Teater yang telah dialihfungsikan menjadi Jembatan Teluk Kendari, Taman Wisata Alam Mayaria yang terdampak Proyek Pembangunan Jalan Kendari-Toronipa serta Lapangan Kecamatan Kendari yang telah dialihfungsikan menjadi kantor pemerintahan.

Revegetasi menggunakan vegetasi jenis pohon dan semak/perdu, di mana daya serap pohon disesuaikan dengan jenis pohonnya sedangkan daya serap semak/perdu menggunakan pendekatan 150,68 kg CO₂/ha/jam (DLH Kota Surabaya, 2017). Asumsi terkait revegetasi pada RTH eksisting selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Asumsi revegetasi pada RTH publik eksisting

No.	Asumsi Penataan	Asumsi Revegetasi	Daya Serap (kg/jam)	
			Aktual	Revegetasi
1.	Taman Samping Pertokoan Kota Lama 	33 pohon Trembesi 0,008 ha Semak/perdu	0,00156	108,3740
2.	Taman Segitiga Pasar Sentral 	8 pohon Tabebuya 10 pohon Palem Mac Arthur 0,005 ha Semak/Perdu	-	2,2769
3.	Taman Samping Masjid Raya Kota Lama 	1 pohon Trembesi 8 pohon Palem Mac Arthur 0,015 ha Semak/Perdu	0,2929	5,5516
4.	Lapangan Samping Kecamatan Kendari 	2 pohon Trenggulli 10 pohon Palem Mac Arthur 0,045 ha Semak/Perdu	6,1160	14,1604
Total Daya Serap (kg/jam)				130,363

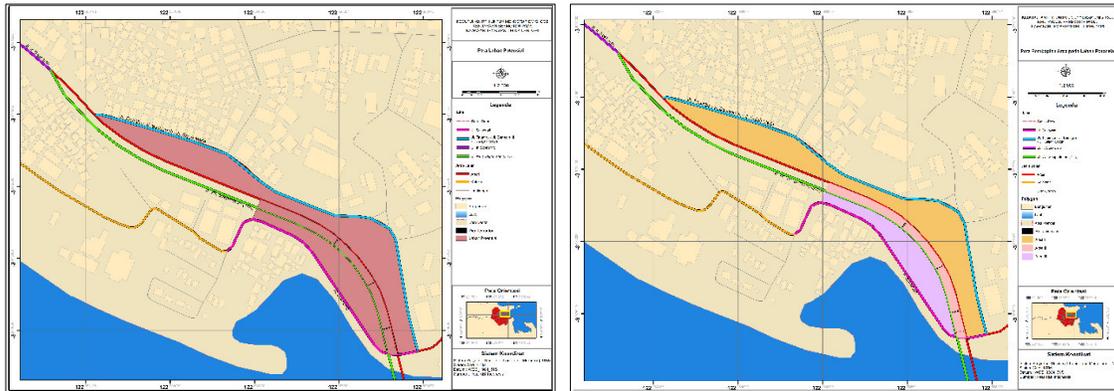
Mengacu pada daya serap vegetasi yang telah diketahui, maka daya serap dari RTH publik eksisting menjadi 165,995 kg/jam. Berikutnya, dibuat asumsi lebih lanjut terkait daya serap RTH eksisting dan emisi CO₂ pada tiap ruas jalan di kawasan penelitian. Melalui teori Box Model, Kecamatan Kendari diasumsikan sebagai sebuah kotak di mana konsentrasi emisi CO₂ dan daya serap dari vegetasi pada RTH publik yang berada di kecamatan tersebut selalu tetap (Mareddy et al., 2017). Dengan demikian, daya serap dari seluruh vegetasi pada RTH publik eksisting yang berada di Kecamatan Kendari dianggap turut berkontribusi dalam mengurangi konsentrasi emisi CO₂ yang berasal dari aktivitas kendaraan bermotor walaupun letaknya tidak berdekatan langsung dengan kawasan jembatan. Kemudian, diasumsikan daya serap setiap RTH eksisting berfungsi untuk menyerap emisi CO₂ dari ruas jalan yang terletak paling dekat dengan

lokasi masing-masing RTH eksisting tersebut (Lihat Gambar 3). Sehingga melalui asumsi ini, sisa emisi CO₂ yang belum terserap berasal dari ruas Jl. Soepratman dengan 127,817 kg/jam dan Jl. Sukowati dengan 43,275 kg/jam.

Sisa emisi CO₂ yang belum terserap selanjutnya dijadikan acuan untuk mendesain lahan yang berpotensi untuk dijadikan RTH publik yang baru. Lahan potensial yang dimaksud merupakan merupakan tanah milik negara yang belum dimanfaatkan setelah Proyek Pembangunan Jembatan Teluk Kendari selesai. Pemilihan lahan dengan pertimbangan bahwa lahan di sekitar kawasan jembatan yang tidak dimanfaatkan dengan baik akan berpotensi menjadi kawasan kumuh (Akinch et al., 2016; Asy'ari & Elvira, 2020). Lahan potensial selanjutnya dibagi menjadi tiga area dengan Jl. Wr. Soepratman (JTK) sebagai patokannya.

Lokasi lahan potensial beserta pembagian areanya dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan

kondisi aktual lahan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 4. Letak lahan potensial dan pembagian areanya



Gambar 5. Kondisi aktual lahan potensial

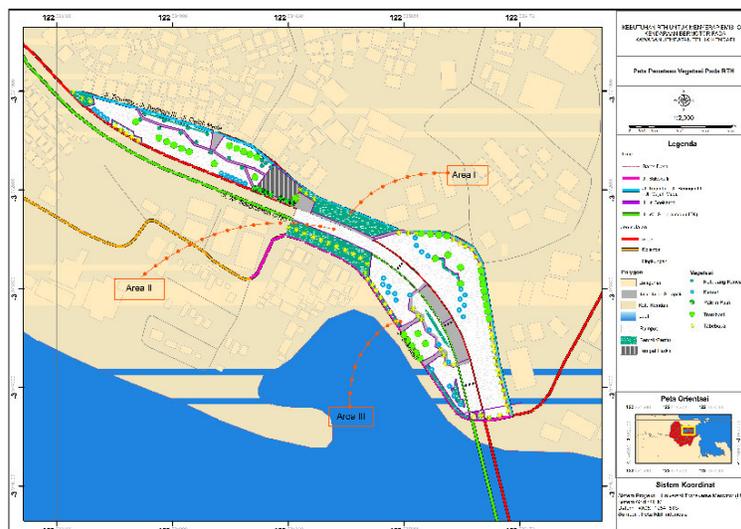
Area I merupakan lahan yang berada di sebelah utara JTK dengan luasan 0,631 ha, Area II berada tepat di bawah JTK dengan luasan 0,323 ha, dan Area III berada di sebelah selatan JTK dengan luasan 0,217 ha, sehingga total luas lahan potensial tersebut adalah 1,172 ha. Luasan tersebut telah disesuaikan dengan luas dari pier jembatan. Kemudian, berdasarkan Permen PU No. 5 Tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, 80% dari total luasan tersebut atau 0,937 ha terdiri atas komponen *softscape* (vegetasi), sedangkan sisanya sebesar 20% atau 0,234 ha terdiri atas komponen *hardscape* (benda mati).

Daya serap pada Area I diasumsikan untuk menyerap sisa emisi dari ruas Jl. Wr. Soepratman (JTK), sedangkan Area II dan III diasumsikan untuk menyerap emisi dari ruas Jl. Sukowati. Jenis vegetasi yang ditanam pada masing-masing area beserta daya serap yang dihasilkan tersaji pada Tabel 10 berikut ini.

Daya serap yang dihasilkan dari vegetasi pada masing-masing area telah mampu menyerap keseluruhan sisa emisi CO₂ dari kendaraan bermotor. Adapun penataan vegetasi pada tiap area di lahan potensial dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.

Tabel 10. Jenis vegetasi dan daya serap CO₂ pada tiap area

Area	Jenis Vegetasi	Jumlah	Daya Serap (kg/jam)
I	Trembesi	31	100,674
	Kersen	24	8,184
	Tabebuaya	54	9,914
	Ketapang Kencana	34	0,821
	Palm Putri	11	0,060
	Semak/perdu	0,054727	8,246
<i>Sub Total Daya Serap (kg/jam)</i>			<i>127,899</i>
II	Tabebuaya	12	2,203
	Semak/perdu	0,003673	0,553
<i>Sub Total Daya Serap (kg/jam)</i>			<i>2,756</i>
III	Trembesi	7	22,733
	Tabebuaya	40	7,343
	Kersen	15	5,115
	Semak/perdu	0,047096	7,096
<i>Sub Total Daya Serap (kg/jam)</i>			<i>42,288</i>
Total Daya Serap (kg/jam)			172,943

**Gambar 6.** Penataan vegetasi pada lahan potensial

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari hasil penelitian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- (a) Berdasarkan *traffic counting* yang dilaksanakan pada 3 jam puncak (*peak hour*), tercatat 37332 unit kendaraan melintas pada keempat ruas jalan yang ada di kawasan Jembatan Teluk Kendari. Kendaraan yang melintas berupa sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV). Ruas jalan yang

paling banyak dilewati oleh kendaraan adalah Jl. Insinyur Soekarno dengan 11007 unit kendaraan, disusul oleh Jl. Wr. Soepratman (JTK) dengan 10476 unit kendaraan, Jl. Sukowati dengan 8677 unit kendaraan, dan terakhir Jl. Tinumbu-Jl. Beringin III-Jl. Gajah Mada dengan 7172 unit kendaraan.

- (b) Perhitungan besaran emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang melintasi kawasan Jembatan Teluk Kendari menunjukkan bahwa total konsentrasi emisi tertinggi dari keempat ruas jalan yang diteliti adalah

337,09 kg/jam. Konsentrasi emisi terbesar berasal dari ruas Jl. Wr. Soepratman (JTK) yaitu 196,35 kg/jam.

- (c) Kebutuhan RTH untuk menyerap seluruh emisi dilakukan dengan mengoptimalkan RTH eksisting menjadi RTH berdaya serap total 165,995 kg/jam dan mendesain RTH baru berdaya serap total 172,943 kg/jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinch, Y. C., Demir, S., & Demirel, O. 2016. Landscape Architecture and Creating Innovative Spaces under Highway Overpasses. *Environmental Sustainability and Landscape Management*, November, 1.
- Asy'ari, K., & Elvira, E. 2020. Kawasan Jembatan Kapuas 2 di Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 1–18.
- Dinas Lingkungan Hidup. 2017. *Laporan Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Taman Kota di Surabaya*. Surabaya: Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Dwiyanto, A. 2009. Kuantitas dan Kualitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di permukiman Kota. *Jurnal Nasional Arsitektur*. Dari <http://eprints.undip.ac.id/1470/>.
- Kondorura, C. F. 2018. Analisis Kapasitas Ruang Terbuka Hijau Balai Kota Makassar dalam Mereduksi Emisi Kendaraan Bermotor.
- Lase, Nadira Dwiputri, dan Haryo Sulistyarso. 2017. "Arahan Penyediaan RTH Publik untuk Menyerap Emisi Gas CO₂ Kendaraan Bermotor di Kecamatan Kebayoran Baru, Jakarta Selatan (Studi Kasus: Kawasan Perdagangan dan Jasa Mayestik – Barito)." *Jurnal Teknik ITS* 6(2): 6–9. Dari <https://core.ac.uk/download/pdf/267880303.pdf>
- Liu, Zhao, Fang Wang, Zhiyao Tang, dan Jintong Tang. 2020. "Predictions and Driving Factors of Production-Based CO₂ Emissions in Beijing, China." *Sustainable Cities and Society* 53(October 2019): 101909. Dari <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101909>.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 1997.
- Mareddy, A. R. D., Shah, A., & Davergave, N. 2017. *Environmental impact assessment: theory and practice*. Butterworth-Heinemann.
- Mulyanie, E., & As'ari, R. 2019. *Fungsi Edukasi Ruang Terbuka Hijau Taman Kota Tasikmalaya*. 338–345.
- Nurdjanah, Nunuj., 2015. "Emisi CO₂ Akibat Kendaraan Bermotor Di Kota Denpasar". *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 16(4), pp.189-202. Dari <http://202.61.104.165/index.php/jurnalدارت/article/download/1361/986>.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan. Peraturan Bpk (online), (<http://peraturan.bpk.go.id>), diakses 18 November 2020.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 tentang Kendaraan. Hubdat Dephub (online), (<http://hubdat.dephub.go.id>), diakses 18 November 2020.
- Rahmy, Widyastris Atsary, Budi Faisal, and Agus R Soeriaatmadja. 2012. "Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota Pada Kawasan." *Lingkungan Binaan Indonesia* 1(1): 27–38.
- Rawung, Frankie Chiarly. 2015. "Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)." 12(2): 17–32. Dari <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmm/article/view/9204/8786>.
- Sihotang, Samuel Ray, dan Abdul Fadli Assomadi. 2015. *Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) Dari Kontribusi Kendaraan Bermotor Di Kampus Its Surabaya Mapping*. Dari <http://digilib.its.ac.id/ITS-Undergraduate-3100011041874/14134>.
- Sukarno, Iwan, Hiroshi Matsumoto, dan Lusi Susanti. 2016. "Transportation Energy Consumption and Emissions - A View from City of Indonesia." *Future Cities and Environment* 2(0):6. Dari <http://dx.doi.org/10.1186/s40984-016-0019-x>.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Walhi (online), (<http://walhi.or.id>), diakses 18 November 2020.