

PENATAAN VEGETASI UNTUK MENINGKATKAN BIODIVERSITAS RTH PUBLIK DARI KEGIATAN TRANSPORTASI DI KECAMATAN MAGERSARI

Rachmany Afri Shanty, Christia Meidiana, Agus Dwi Wicaksono

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 -Telp (0341)567886
Email: rachmanyafriashanty@gmail.com

ABSTRAK

Kecamatan Magersari menghasilkan nilai emisi CO₂ dari kendaraan yang paling besar dibandingkan kecamatan lainnya di Kota Mojokerto. Banyaknya emisi yang dihasilkan bergantung kepada tingkat kepadatan kendaraan, dibuktikan dengan tingkat pelayanan jalan F pada Jalan By Pass, Jalan Empunala, dan Jalan Gajah Mada. Kondisi ini menunjukkan kondisi arus yang macet. Ketika terjadi kemacetan maka terjadi proses pengeluaran senyawa bahan bakar salah satunya yaitu karbondioksida (CO₂) yang menjadi gas buang paling banyak dihasilkan dari kendaraan bermotor. Penyediaan RTH merupakan cara yang tepat dalam menangani peningkatan emisi CO₂. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah kuantitatif dengan teknik analisis jejak ekologis energi, kemudian menganalisis kemampuan (biokapasitas) ruang terbuka hijau publik untuk menyerap emisi. Hasil yang diperoleh yaitu total emisi CO₂ Kecamatan Magersari adalah 18335,36 ton/tahun sedangkan nilai biokapasitas sebesar 5.743,47 ton/tahun sehingga telah melampaui daya dukungnya terhadap emisi CO₂. Rekomendasi dari penelitian ini adalah menambahkan 3.224 pohon pada solusi alternatif pertama ataupun 4.127 pohon pada solusi alternatif kedua yang telah disesuaikan dengan peraturan dan kondisi jalan di Kecamatan Magersari dimana hal tersebut dapat mengurangi emisi CO₂ sebesar 129% pada solusi alternatif pertama ataupun 96% pada solusi alternatif kedua.

Kata Kunci : emisi-CO₂; biokapasitas-RTH.

ABSTRACT

Magersari District produces the highest CO₂ emissions from vehicles compared to other sub-districts in Mojokerto City. The amount of emissions produced depends on the level of vehicle density, as evidenced by the level of service for the F road on Jalan By Pass, Jalan Empunala, and Jalan Gajah Mada. This condition indicates a traffic jam condition. When traffic conditions happen, the combustion process of motor vehicle fuel that emits compounds, there is a process of releasing fuel compounds, where CO₂ gas is the most abundant gas compared to other gas emissions and also the most pollutant produced by motor vehicles. Providing green- open space is the right way to deal with the escalation of CO₂ emissions. The method used in this research is quantitatively analyzing energy's ecological footprint, and vegetation absorption (biocapacity) analysis. The recommendation of this research is to add 3.224 trees to the first alternative solution or 4.127 trees to the second alternative solution that have been adapted from the rules and existing condition of the road in Magersari District where it can reduce CO₂ emissions by 129% in the first alternative solution or 96% in the second alternative solution.

Keywords: CO₂-emissions, biocapacity-of-green-open-spaces

PENDAHULUAN

Pencemaran udara sebagai dampak dari adanya peningkatan penggunaan kendaraan bermotor. Adanya peningkatan volume kendaraan yang signifikan menyebabkan kebutuhan penggunaan bahan bakar juga meningkat (Muziansyah, 2015). Gas karbondioksida adalah salah satu gas paling banyak dari gas emisi lainnya dan menjadi polutan paling banyak dari kendaraan bermotor (IPCC, 2005). Salah satu mitigasi perubahan iklim yang dapat dilakukan di wilayah perkotaan adalah penyediaan ruang terbuka hijau. Penyediaan RTH

merupakan salah satu cara yang tepat dalam menangani peningkatan emisi gas rumah kaca untuk mereduksi emisi CO₂ sebagai emisi paling besar gas rumah kaca (Rawung, 2015).

Kota Mojokerto merupakan daerah Jawa Timur dengan wilayah terkecil tetapi mempunyai kepadatan penduduk yang tinggi yaitu 8.285 jiwa per km² (Badan Pusat Statistik Kota Mojokerto, 2014). Dilihat dari tingkat kepadatan penduduk, Kota Mojokerto menjadi pusat perekonomian, perdagangan, pendidikan, karena menjadi tujuan utama tiap orang serta arus urbanisasi di Jawa Timur (Suryaningsih, *et al.*, 2015). Kota Mojokerto selalu ramai akan lalu lintas kendaraan karena

terletak pada persimpangan lalu lintas kendaraan sehingga menjadi padat serta menjadi jalur perekonomian vital di Jawa Timur. Kendaraan yang lewat menyebabkan kemacetan dan menghasilkan polusi karena dilewati kendaraan yang berat seperti colt diesel yang membawa pasir dan batu bahan bangunan, truk dengan muatan yang banyak, bus dengan penumpang dan kendaraan lainnya yang lewat di Kota Mojokerto (Barbara, 2016). Terjadinya kemacetan membuat emisi yang ada semakin meningkat, khususnya gas rumah kaca (GRK) (Fitrida, *et al.*, 2020). Besarnya emisi dikarenakan kurangnya ruang terbuka hijau yang ada di Kota Mojokerto dimana ruang terbuka hijau publik yang ada hanya menyumbang sebanyak 4,33% dari luas wilayah Kota Mojokerto (Badan Perencanaan Kota Mojokerto, 2014). Sehingga ini tidak sesuai dengan standar ketersediaan ruang terbuka hijau publik yang ada di perkotaan yang tercantum pada UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang tata ruang, yaitu 20% dari total luas wilayah yang ada (Barbara, 2016).

Kota Mojokerto mempunyai tiga kecamatan, salah satunya yaitu Kecamatan Magersari. Kecamatan Magersari mempunyai enam kelurahan yaitu Kelurahan Gunung Gedangan, Kelurahan Kedundung, Kelurahan Balongsari, Kelurahan Gedongan, Kelurahan Magersari dan Kelurahan Wates. Kecamatan Magersari mempunyai penduduk paling banyak di Kota Mojokerto yaitu berjumlah 59.781 jiwa (Kota Mojokerto Dalam Angka, 2020). Menurut Suryaningsih (2015), kecamatan ini menghasilkan nilai emisi CO₂ dari kendaraan yang paling besar dibandingkan kecamatan lainnya di Kota Mojokerto yaitu 707.205 kg th⁻¹. Banyaknya emisi bergantung kepada tingkat kepadatan kendaraan yang melewati pada ruas jalan di Kecamatan Magersari. Semakin tinggi jumlah kendaraan yang ada membuat jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan juga akan semakin besar (Suryaningsih, 2015). Hal ini dibuktikan dengan tingkat pelayanan jalan yang rendah yaitu pada Jalan By Pass, Jalan Empunala, dan Jalan Gajah Mada dengan klasifikasi F (Rencana Induk Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Kota Mojokerto Tahun, 2021). Selain itu besarnya pergerakan yang ada di Kecamatan Magersari karena adanya sarana perdagangan dan jasa sehingga mempunyai potensi menimbulkan pergerakan yaitu perdagangan modern berupa swalayan yakni Carefour di Jalan Benteng Pancasila serta perdagangan modern berupa pertokoan di

sepanjang Jalan Gajah Mada, dan Jalan Empunala (RPJM Kota Mojokerto, 2017). Banyaknya pergerakan akan menyebabkan jumlah kendaraan yang meningkat sehingga konsumsi bahan bakar juga semakin banyak. Konsumsi BBM yang cukup besar juga akan menghasilkan emisi CO₂ yang tinggi (Gunawan dan Budi, 2017).

Ruang terbuka hijau merupakan salah satu cara menangani emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari pergerakan transportasi (Kusminingrum, 2008). Luas ruang terbuka hijau publik di Kecamatan Magersari mempunyai luas RTH publik terbanyak kedua setelah Kecamatan Prajurit Kulon, sehingga hal ini menjadi potensi besar bagi Kecamatan Magersari dalam menyerap emisi secara optimal oleh kegiatan transportasi. Melalui peningkatan penghijauan perkotaan, daya serap dapat ditingkatkan. Perbaikan dilakukan dengan menanam lebih banyak vegetasi khas di dalam zona hijau dan pohon-pohon lain yang memiliki biokapasitas lebih tinggi (Meidiana, *et al.*, 2021). Diperlukan perhitungan daya serap vegetasi (biokapasitas) yang mengacu pada penelitian oleh Roshinta (2015) dimana hasil dari analisis tersebut digunakan untuk menghitung potensi peningkatan kemampuan RTH publik melalui penambahan vegetasi sehingga bisa meminimalkan dan mereduksi emisi gas CO₂ yang ada di Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto.

Pada penelitian ini, perhitungan kebutuhan vegetasi tujuannya untuk mengurangi emisi yang ada pada Kecamatan Magersari, tidak menargetkan semua emisi terserap (*zero emission*), tetapi disesuaikan dengan ketersediaan lahan RTH yang ada. Jika masih terdapat sisa emisi dari kegiatan transportasi setelah dilakukan penambahan vegetasi, pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan upaya mitigasi lainnya berupa pengalihan konsumsi bahan bakar. Pergeseran bahan bakar dari fosil ke bahan bakar alternatif lain seperti bioetanol dan biodiesel dan gas dapat mengurangi emisi lebih banyak (Meidiana, *et al.*, 2019).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian pada Biokapasitas RTH Publik dalam mereduksi emisi CO₂ pada aktivitas transportasi di Kecamatan Magersari Kota Mojokerto termasuk kedalam penelitian kuantitatif. Analisis yang digunakan yaitu analisis jejak ekologis energi, analisis serapan vegetasi, dan analisis penambahan vegetasi.

Analisis Jejak Ekologis Energi

Analisis jejak ekologis energi merupakan suatu bagian dari jejak ekologis yang bertujuan menghitung banyaknya emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi di Kecamatan Magersari Kota Mojokerto. Dalam memperoleh hasil akhir jejak ekologis energi berupa (ton/tahun) terdapat beberapa langkah:

A. Survei Jumlah Kendaraan

Survei jumlah kendaraan dilakukan berdasarkan merk kendaraan untuk mengetahui kapasitas silinder. Pemilihan hari dan jam puncak didasarkan pada Masterplan Kota Mojokerto Tahun 2020 dimana arus lalu lintas tertinggi pada hari kerja adalah hari Senin dan hari libur adalah hari Minggu. Waktu pelaksanaan survei yaitu pukul 07.00 - 08.00, 12.00 - 13.00, dan 17.00 - 18.00.

B. Jarak Tempuh Kendaraan Pertahun

$$\Sigma s = \Sigma n \times P \times 365 \text{ hari}$$

Keterangan:

Σs = Total Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)

Σn = Jumlah Kendaraan (unit/hari)

P = Panjang Jalan (km)

C. Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Nilai efisiensi bahan bakar dinyatakan dalam liter/km. Efisiensi bahan bakar dipengaruhi oleh jenis kendaraan dan bahan bakar sehingga setiap jenis kendaraan mempunyai efisiensi bahan bakar yang berbeda-beda (Wirawan S, *et al.*, 2008)

D. Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

$$C = ef \times s$$

Keterangan:

C = Total Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun)

ef = Efisiensi Bahan Bakar (liter/km)

s = Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)

E. Total Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

$$\Sigma \text{Emisi CO}_2 = \Sigma C \times c$$

Keterangan

$\Sigma \text{Emisi CO}_2$ = Total Emisi CO₂

ΣC = Total Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun)

c = Faktor Emisi Bahan Bakar Kendaraan (kg/liter)

Analisis Serapan Vegetasi

Analisis serapan vegetasi terhadap emisi CO₂ bertujuan untuk mengetahui jumlah emisi CO₂ yang mampu diserap oleh vegetasi yang ada pada ruas jalan di Kecamatan Magersari Kota Mojokerto. Kemampuan penyerapan pohon

dapat dihitung dengan mengalikan jumlah pohon dengan daya serap yang disesuaikan dengan jenis vegetasinya.

Analisis Penambahan Vegetasi

Apabila masih terdapat sisa emisi yang belum terserap, maka dibutuhkan penambahan vegetasi untuk mengurangi emisi. Penambahan vegetasi tidak menargetkan semua emisi terserap (*zero emission*), tetapi disesuaikan dengan ketersediaan lahan RTH yang ada.

Perhitungan Sisa Emisi : ($\Sigma \text{Emisi} - \Sigma \text{Daya Serap}$)

Pemilihan jenis pohon berdasarkan diameter tajuk dengan serapan besar serta ketersediaan lahan. Jika terdapat diameter tajuk sama antar jenis pohon maka yang diprioritaskan yaitu pohon dengan daya serapan besar. Pemilihan jenis pohon juga melihat kondisi eksisting jalan yang sering ditanami jalur hijau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan jalan di Kecamatan Magersari yang menjadi fokus penelitian yaitu jalan dengan fungsi arteri dan kolektor dimana di Kecamatan Magersari mempunyai jalan dengan fungsi arteri primer, arteri sekunder dan kolektor sekunder. Fungsi jalan lokal dan lingkungan tidak diteliti karena peneliti menggunakan asumsi bahwa jalan lokal dan lingkungan tidak terjadi pergerakan kendaraan yang signifikan.

Tabel 1. Ruas Jalan Kecamatan Magersari

Ruas	P (km)	L (m)	Tipe	Fungsi Jalan		
				J A P	J A S	J K S
Jl. Empunala	2,39	10	2/2 UD		✓	
Jl. Gajah Mada	1,60	14	4/2 D		✓	
Jl. Mayjen. Sungkono	2,06	8	2/2 UD			✓
Jl. Hayam Wuruk	0,94	8	2/2 UD			✓
Jl. Letkol Sumarjo	0,43	8	2/2 UD			✓
Jl. By Pass	3,11	9	2/2 UD	✓		
Jl. Pemuda	0,48	8	2/2 UD			✓
Jl. Trunojoyo	0,39	6	2/2 UD			✓
Jl. Bancang	0,55	6	2/2 UD			✓
Jl. Semeru	1,13	6	2/2 UD			✓
Jl. H.O.S. Cokroaminoto	0,19	6	2/2 UD			✓
Jl. Benteng Pancasila	1,46	14	4/2 UD			✓
Jl. Kedungsari	1,38	7	2/2 UD			✓

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kota Mojokerto, 2021 & Survei Primer, 2022

Catatan:

P : Panjang

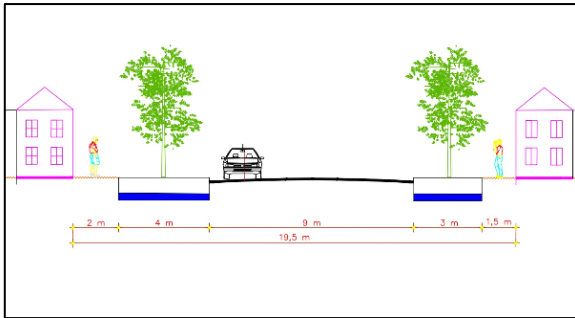
L : Lebar

JAP: Jalan Arteri Primer

JAS: Jalan Arteri Sekunder

JKS: Jalan Kolektor Sekunder

Tabel 1 merupakan tiga belas ruas jalan yang ada di Kecamatan Magersari yaitu Jalan Empunala, Jalan Gajah Mada, Jalan Mayjen Sungkono, Jalan Hayam Wuruk, Jalan Letkol Sumarjo, Jalan By Pass, Jalan Pemuda, Jalan Trunojoyo, Jalan Bancang, Jalan Semeru, Jalan H.O.S Cokroaminoto, Jalan Benteng Pancasila, dan Jalan Kedungsari. Jalan By Pass merupakan satu-satunya jalan dengan fungsi arteri primer dengan panjang jalan paling panjang serta mempunyai emisi yang paling besar di Kecamatan Magersari.



Gambar 1. Contoh Penampang Melintang pada Jalan By Pass

A. Jumlah Kendaraan

Jumlah kendaraan akhir yaitu jumlah kendaraan dalam satu tahun yang didapat dari jumlah kendaraan dalam satu hari pada hari kerja (weekday) dan akhir pekan (weekend), jumlah kendaraan tersebut dirata-rata dengan tujuan

dapat mewakili jumlah kendaraan di hari kerja dan akhir pekan, selanjutnya rata-rata jumlah kendaraan dalam satu hari dikali dengan jumlah hari dalam satu tahun yaitu 365 hari sehingga menghasilkan jumlah kendaraan dalam satu tahun di Kecamatan Magersari.

Tabel 2. merupakan jumlah kendaraan akhir dalam satu tahun berdasarkan jenis dan bahan bakar kendaraan di Jalan By Pass. Jumlah kendaraan akhir yaitu 12.152.310 unit kendaraan dengan jenis kendaraan terbanyak yaitu roda dua berbahan bakar bensin dengan jumlah 6.378.769 unit kendaraan. Perhitungan jumlah kendaraan akhir ini digunakan untuk menghitung jarak tempuh kendaraan pertahun.

B. Jarak Tempuh Kendaraan Pertahun

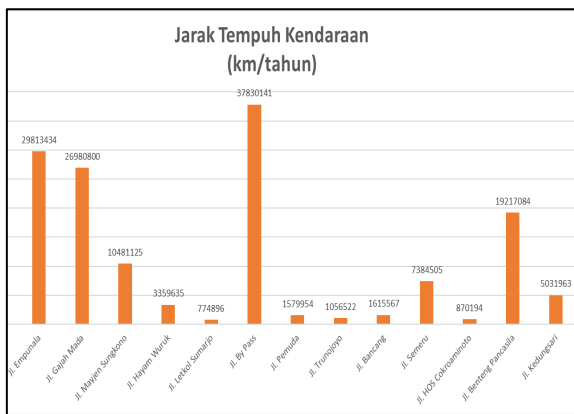
Tahap selanjutnya dalam perhitungan jejak ekologis energi adalah mengetahui jarak tempuh yang dilalui kendaraan dalam satu tahun pada hari kerja maupun akhir pekan. Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengalikan jumlah akhir kendaraan berdasarkan jenis dan bahan bakar dalam satu tahun dari perhitungan sebelumnya dengan panjang jalan yang dilewati kendaraan bermotor sehingga menghasilkan jarak tempuh dalam satu tahun. **Tabel 3** merupakan hasil perhitungan jarak yang ditempuh kendaraan pada Jalan By Pass Kecamatan Magersari selama satu tahun perjalanan.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Akhir Berdasarkan Jenis dan Bahan Bakar Jalan By Pass

Klasifikasi	Jumlah Kendaraan Weekday (unit/hari)	Jumlah Kendaraan Weekend (unit/hari)	Rata-rata Jumlah Kendaraan (unit/hari)	Jumlah Kendaraan Akhir (unit/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4) = ((2x3) / 2)	(5) = (4x365)
Roda dua (bensin)	17299	17653	17476	6378769
Roda empat (bensin)	8813	9166	8989	3281124
Roda empat (solar)	979	1358	1169	426524
Truck Kecil (solar)	326	2376	1351	493254
Truk Sedang (solar)	2938	1358	2148	783932
Truk Besar (solar)	1958	1697	1828	667184
Mini Bus (solar)	0	0	0	0
Bis Besar (solar)	326	339	333	121523
Jumlah	32640	33948	33294	12152310

Tabel 3. Jarak Tempuh Kendaraan Pertahun Jalan By Pass

Jalan	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (unit/tahun)	Panjang Jalan (km)	Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3x4)
Jl. By Pass	Roda dua (bensin)	6378769	3,113	19857109
	Roda empat (bensin)	3281124		10214138
	Roda empat (solar)	426524		1327770
	Truck Kecil (solar)	493254		1535499
	Truk Sedang (solar)	783932		2440382
	Truk Besar (solar)	667184		2076942
	Mini Bus (solar)	0		0
	Bis Besar (solar)	121523		378301
Total		12152310		37830141



Gambar 2. Grafik Jarak Tempuh Kendaraan Satu Tahun Kecamatan Magersari

Tabel 3 dan **Gambar 2** merupakan jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun yang ada di 13 ruas jalan Kecamatan Magersari Kota Mojokerto, dimana total jarak tempuh adalah 145.995.820 km/tahun. Jalan yang memiliki jarak tempuh terbesar adalah Jalan By Pass yaitu jalan arteri primer yaitu 37.830.141 km/tahun. Tingginya jarak tempuh yang ada di Jalan By Pass karena banyaknya kendaraan yang lewat di jalan nasional tersebut mulai dari kendaraan berbahan bakar bensin yaitu roda dua, roda empat, hingga kendaraan berbahan bakar solar yaitu roda empat, truk kecil, truk sedang, truk besar, mini bus, dan bis besar. Sementara jarak tempuh yang paling sedikit berada di Jalan Letkol Sumarjo dengan jarak tempuh sebesar 7.384.505 km/tahun. Jarak tempuh yang sedikit dikarenakan memiliki jumlah kendaraan yang paling sedikit dibandingkan jalan lainnya. Jumlah kendaraan yang lewat yaitu hanya kendaraan berbahan bakar bensin yaitu roda dua, roda empat serta kendaraan berbahan bakar solar yaitu roda empat, dan truk sedang. Sementara truk kecil, truk besar, mini bus, dan bis besar tidak melewati Jalan Letkol Sumarjo. Tingginya jarak tempuh berbanding lurus dengan jumlah kendaraan dan panjang jalan, sehingga semakin banyak kendaraan yang lewat di ruas jalan

Tabel 4. Total Konsumsi Bahan Bakar Selama Satu Tahun

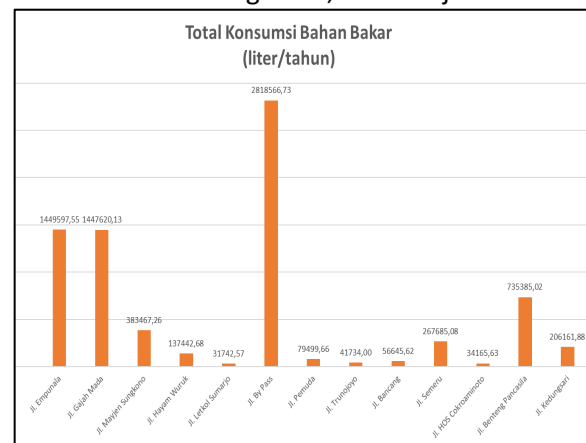
Jalan	Jenis Kendaraan	Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)	Efisiensi Bahan Bakar* (liter/km)	Total Konsumsi Bahan Bakar (liter/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (3x4)
Jl. By Pass	Roda dua (bensin)	19857109	0,027	536141,93
	Roda empat (bensin)	10214138	0,118	1205268,29
	Roda empat (solar)	1327770	0,114	151365,83
	Truck Kecil (solar)	1535499	0,106	162762,87
	Truk Sedang (solar)	2440382	0,152	370938,00
	Truk Besar (solar)	2076942	0,158	328156,87
	Mini Bus (solar)	0	0,118	0
	Bis Besar (solar)	378301	0,169	63932,94
Total		37830141	-	2818566,73

Catatan (*): Wirawan, *et al.*, 2008

tersebut dengan jalan yang panjang maka akan menghasilkan nilai jarak tempuh yang besar.

C. Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

Perhitungan total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun didapat dari data jarak tempuh kendaraan selama satu tahun yang dinyatakan dalam km/tahun kemudian dikalikan dengan efisiensi bahan bakar dari tiap jenis kendaraan yang dinyatakan dalam liter/km sehingga menghasilkan total konsumsi bahan bakar dalam liter/tahun. **Tabel 4** merupakan perhitungan total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun yang ada di Jalan By Pass Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto.



Gambar 3. Grafik Total Konsumsi Bahan Bakar di 13 Ruas Jalan Kecamatan Magersari

Tabel 4 dan **Gambar 3** merupakan total konsumsi bahan bakar yang ada di 13 ruas jalan di Kecamatan Magersari. Total konsumsi bahan bakar yang dihasilkan di Kecamatan Magersari sebesar 7.689.713,82 liter/tahun. Konsumsi bahan bakar terbanyak berada di Jalan By Pass sebesar 2.818.566,73 liter/tahun, sementara konsumsi bahan bakar paling sedikit berada di Jalan Letkol Sumarjo sebesar 31.742,57 liter/tahun. Tingginya angka konsumsi bahan bakar tidak hanya ditentukan dari banyaknya jumlah kendaraan dan panjang jalan tetapi juga dipengaruhi oleh efisiensi bahan bakar.

Tabel 5. Total Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor Kecamatan Magersari

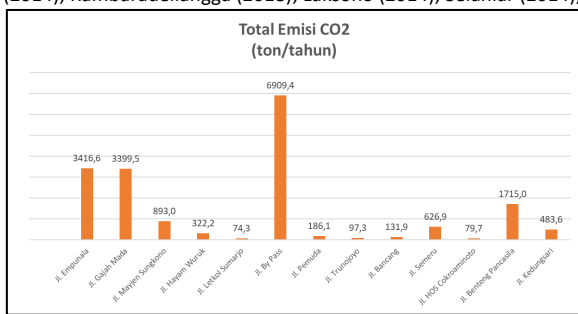
Jalan	Jenis Kendaraan	Total Konsumsi Bahan Bakar		Emisi Faktor CO ₂ *	Total Emisi CO ₂
		(liter/tahun)	(Kg/liter)	(4)	(5)=(3x4)/1000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)
Jl. By Pass	Roda dua (bensin)	536141,93	2,31	1238,49	
	Roda empat (bensin)	1205268,29	2,31	2784,17	
	Roda empat (solar)	151365,83	2,68	405,66	
	Truck Kecil (solar)	162762,87	2,68	436,20	
	Truk Sedang (solar)	370938,00	2,68	994,11	
	Truk Besar (solar)	328156,87	2,68	879,46	
	Mini Bus (solar)	0	2,68	0	
	Bis Besar (solar)	63932,94	2,68	171,34	
Total		2818566,73	-	6909,44	

Catatan (*): Andriono, Ferry, et al., 2013

Tabel 6. Perhitungan Daya Serap Vegetasi Jalan By Pass

Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap (kg/pohon/tahun)*	Jumlah	Total Daya Serap (ton/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3x4)/1000
Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	4,55	1	0,0046
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28448,39	105	2987,08
Keres	<i>Muntingia calabura</i>	1.608,19	32	51,46
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	11,12	24	0,27
Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	30,95	11	0,34
Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1608,19	22	35,38
Sepatu Dea	<i>Spathodea campanulata</i>	569,42	21	11,96
Glodokan	<i>Polyalthia longifolia</i>	1.016,42	18	18,30
Tanjung	<i>Mimusoph elengi L</i>	34,29	18	0,62
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	445,11	42	18,69
Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	295,73	47	13,90
Asam	<i>Tamarindus indica</i>	1,49	20	0,03
Palem	<i>Arecaceae</i>	52,52	13	0,68
Tabebuaya	<i>Tabebuia rosea</i>	520	1	0,52
Pete	<i>Parkia speciosa</i>	722,7	1	0,72
Total				3139,95

Catatan (*): Dahlan (2007); Prasetyo et al (2002); Septian (2014); Ardiansyah (2009); Wibowo dan Samsu (2012); Suryaningsih et al (2014); Rambaradellangga (2018); Laksono (2014); Selanar (2014); Danarto (2019); Purwaningsih (2007)



Gambar 4. Grafik Total Emisi CO₂ di 13 Ruas Jalan Kecamatan Magersari

D. Total Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

Emisi CO₂ kendaraan bermotor Kecamatan Magersari diperoleh dengan cara mengalikan total konsumsi bahan bakar (liter/tahun) dengan emisi faktor CO₂ sehingga dihasilkan total emisi CO₂ dengan satuan ton/tahun. Setiap jenis bahan bakar kendaraan mempunyai emisi faktor yang berbeda-beda. Menurut Andriono, Ferry, et al (2013), bensin memiliki emisi faktor sebesar 2, 31 kg/liter sedangkan bahan bakar solar memiliki emisi faktor sebesar 2, 68 kg/liter. **Tabel 5** merupakan emisi CO₂ kendaraan bermotor Jalan By Pass di Kecamatan Magersari.

Tabel 5 dan **Gambar 4** merupakan total emisi CO₂ yang ada di 13 ruas jalan Kecamatan Magersari. Total emisi CO₂ yang dihasilkan di Kecamatan Magersari sebesar 18335,36 ton/tahun. Emisi CO₂ terbesar berada di Jalan By Pass yaitu sebesar 6909,44 ton/tahun, sementara emisi CO₂ yang paling sedikit berada di Jalan Letkol Sumarjo sebesar 74,25 ton/tahun. Tingginya emisi CO₂ yang ada pada Jalan By Pass dikarenakan tingginya konsumsi bahan bakar dari jenis kendaraan yaitu roda dua (bensin), roda empat (bensin), roda empat (solar), truck kecil (solar), truk sedang (solar), truk besar (solar), mini bus (solar), dan bis besar (solar). Total emisi CO₂ yang ada di 13 ruas jalan Kecamatan Magersari akan digunakan pada tahap selanjutnya sebagai dasar dalam penambahan vegetasi di Kecamatan Magersari.

Analisis Biokapasitas RTH Publik

Biokapasitas adalah kapasitas dari tanaman yang berada di sepanjang ruas jalan yang bermanfaat serta mampu melakukan penyerapan gas buang berupa emisi yang di hasilkan dari kegiatan transportasi yang melewati

ruas jalan di Kecamatan Magerasi. Analisis serapan vegetasi terhadap emisi CO₂ bertujuan untuk mengetahui jumlah emisi CO₂ yang mampu diserap oleh vegetasi yang ada pada ruas jalan di Kecamatan Magerasi Kota Mojokerto. Perhitungan daya serap ini dilakukan dengan mengidentifikasi jenis vegetasi yang ada di tiap ruas jalan, nilai daya serap masing-masing pohon kemudian dikalikan dengan jumlah pohon.

Tabel 6 merupakan perhitungan daya serap vegetasi yang ada di Jalan By Pass Kecamatan Magerasi, jenis vegetasi yang paling banyak yaitu pohon trembesi sedangkan untuk total daya serap pada Jalan By Pass yaitu sebesar 3.139,95 ton/tahun.

Perhitungan Sisa Emisi CO₂ yang Tidak Terserap

Perhitungan sisa emisi CO₂ diperoleh dari hasil emisi yang diperoleh dengan jumlah serapan vegetasi pada kondisi eksisting. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh sisa emisi yang belum terserap oleh vegetasi (ton/tahun). Hal ini dikarenakan emisi dari kegiatan transportasi lebih besar dibandingkan dengan jumlah serapan vegetasi yang ada.

Tabel 7 terlihat bahwa vegetasi yang ada belum mampu menyerap semua emisi CO₂. Hal tersebut dapat dilihat dari persentase pengurangan hanya sebesar 31,32% sehingga masih banyak emisi yang belum terserap dari vegetasi yaitu sebesar 12.591,89 ton/tahun. Jalan By Pass memperoleh nilai sisa emisi yang tidak terserap paling besar yaitu 3.769,48 ton/tahun.

Analisis Kebutuhan Vegetasi

Kebutuhan vegetasi dalam menyerap emisi transportasi yang ada di Kecamatan Magerasi dihitung dengan cara membandingkan hasil dari analisis jejak ekologis energi yaitu total emisi CO₂ (ton/tahun) dengan biokapasitas yaitu total daya serap vegetasi (ton/tahun) sehingga bisa mengetahui sisa emisi CO₂ yang belum terserap dari aktivitas transportasi. Apabila masih terdapat sisa emisi yang belum terserap oleh vegetasi kondisi eksisting, maka dibutuhkan penambahan vegetasi untuk mengurangi emisi yang ada di Kecamatan Magerasi dimana penambahan vegetasi tidak menargetkan semua emisi terserap (*zero emission*), tetapi disesuaikan dengan ketersediaan lahan RTH yang ada.

Tabel 7. Perbandingan Emisi CO₂ dengan Daya Serap Vegetasi Kecamatan Magerasi

No	Jalan	Total Emisi CO ₂ (ton/tahun)	Daya Serap CO ₂ Vegetasi (ton/tahun)	Persentase Emisi Terserap	Sisa emisi yang tidak terserap (ton/tahun)
	(1)	(2)	(3)	(4)=(3/2x100%)	(5)=(2-3)
1.	Empunala	3416,6	277,25	8,11	3139,39
2.	Gajah Mada	3399,5	209,61	6,17	3189,86
3.	Mayjen Sungkono	893,0	452,99	50,73	440,00
4.	Hayam Wuruk	322,2	550,17	170,75	-227,95
5.	Letkol Sumarjo	74,3	7,17	9,66	67,08
6.	By Pass	6909,4	3139,95	45,44	3769,48
7.	Pemuda	186,1	62,82	33,75	123,29
8.	Trunojoyo	97,3	18,72	19,24	78,56
9.	Bancang	131,9	17,34	13,15	114,52
10.	Semeru	626,9	597,14	95,26	29,74
11.	HOS Cokroaminoto	79,7	81,66	102,51	-2,00
12.	Benteng Pancasila	1715,0	305,77	17,83	1409,18
13.	Kedungsari	483,6	22,88	4,73	460,74
	Total	18335,36	5743,47	31,32	12591,89

Tabel 8. Perhitungan Biokapasitas dengan Adanya Penambahan Vegetasi Jalan By Pass

Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap (kg/pohon/tahun)*	Jumlah	Total Daya Serap (ton/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3x4)/1000
Eksisting				
Dadap	<i>Erythrina variegata</i>	4,55	1	0,0046
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28448,39	105	2987,08
Keres	<i>Muntingia calabura</i>	1.608,19	32	51,46
Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	11,12	24	0,27
Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	30,95	11	0,34
Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1608,19	22	35,38
Sepatu Dea	<i>Spathodea campanulata</i>	569,42	21	11,96
Glodokan	<i>Polyalthia longifolia</i>	1.016,42	18	18,30
Tanjung	<i>Mimusoph elengi L</i>	34,29	18	0,62
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	445,11	42	18,69
Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	295,73	47	13,90
Asam	<i>Tamarindus indica</i>	1,49	20	0,03

Nama Lokal	Nama Ilmiah	Daya Serap (kg/pohon/tahun)*	Jumlah	Total Daya Serap (ton/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=(3x4)/1000
Palem	<i>Arecaceae</i>	52,52	13	0,68
Tabebuaya	<i>Tabebuia rosea</i>	520	1	0,52
Pete	<i>Parkia speciosa</i>	722,7	1	0,72
Penambahan				
Trembesi	<i>Samanea saman</i>	28448,39	169	4807,78
Keres	<i>Muntingia calabura</i>	1.608,19	215	345,76
Palem	<i>Arecaceae</i>	52,52	42	2,21
Total			802	8295,70

Catatan (*): Dahlan (2007); Prasetyo et al (2002); Septian (2014); Ardiansyah (2009); Wibowo dan Samsuudin (2012); Suryaningsih et al (2015); Rambaradellangga (2018); Laksono (2014); Selaniar (2014); Danarto (2019); Purwaningsih (2007)

Tabel 9. Perhitungan Emisi CO₂ dengan Adanya Penambahan Vegetasi Solusi Alternatif 1 di Kecamatan Magersari

No	Jalan	Total Emisi CO ₂ (ton/tahun)	Daya Serap CO ₂ Setelah Penambahan Vegetasi (ton/tahun)	Persentase Emisi Terserap	Sisa emisi yang tidak terserap (ton/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)=(3/2x100%)	(5)= (2-3)	
1.	Empunala	3416,6	2451,45	71,75	965,19
2.	Gajah Mada	3399,5	2770,72	81,50	628,75
3.	Mayjen Sungkono	893,0	2436,5	272,85	0
4.	Hayam Wuruk	322,2	1332,54	413,55	0
5.	Letkol Sumarjo	74,3	142,35	191,71	0
6.	By Pass	6909,4	8295,7	120,06	0
7.	Pemuda	186,1	199,11	106,98	0
8.	Trunojoyo	97,3	94,12	96,75	3,16
9.	Bancang	131,9	270,59	205,21	0
10.	Semeru	626,9	1916,36	305,70	0
11.	HOS Cakroaminoto	79,7	365,72	459,12	0
12.	Benteng Pancasila	1715,0	2429,51	141,67	0
13.	Kedungsari	483,6	1123,07	232,22	0
Total		18335,36	23827,74	129,96	-5492,38

Tabel 10. Perhitungan Emisi CO₂ dengan Adanya Penambahan Vegetasi Solusi Alternatif 2 di Kecamatan Magersari

No	Jalan	Total Emisi CO ₂ (ton/tahun)	Daya Serap CO ₂ Setelah Penambahan Vegetasi (ton/tahun)	Persentase Emisi Terserap (%)	Sisa emisi yang tidak terserap (ton/tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)=(3/2x100%)	(5)= (2-3)	
1.	Empunala	3416,6	1862,12	54,50	1554,52
2.	Gajah Mada	3399,5	2770,72	81,50	628,75
3.	Mayjen Sungkono	893,0	1903,43	213,15	0
4.	Hayam Wuruk	322,2	1133,09	351,66	0
5.	Letkol Sumarjo	74,3	142,35	191,71	0
6.	By Pass	6909,4	4502,79	65,17	2406,65
7.	Pemuda	186,1	199,11	106,98	0
8.	Trunojoyo	97,3	94,12	96,75	3,16
9.	Bancang	131,9	270,59	205,21	0
10.	Semeru	626,9	856,78	136,67	0
11.	HOS cakroaminoto	79,7	365,72	459,12	0
12.	Benteng Pancasila	1715,0	2429,51	141,67	0
13.	Kedungsari	483,6	1123,07	232,22	0
Total		18335,36	17653,40	96,28	681,96

Tabel 11. Perbandingan Vegetasi Eksisting dengan Adanya Penambahan Vegetasi

Jalan	Jumlah Vegetasi (pohon)	Daya Serap Vegetasi (ton/tahun)	Persentase Emisi Terserap (%)	Sisa Emisi yang tidak terserap (ton/tahun)
Sebelum Ada Penambahan Vegetasi				
Empunala	451	277,25	8,11	3139,39
Gajah Mada	172	209,61	6,17	3189,86
Mayjen Sungkono	509	452,99	50,73	440,00
Hayam Wuruk	279	550,17	170,75	0
Letkol Sumarjo	42	7,17	9,66	67,08
By Pass	376	3139,95	45,44	3769,48
Pemuda	74	62,82	33,75	123,29
Trunojoyo	36	18,72	19,24	78,56

Jalan	Jumlah Vegetasi (pohon)	Daya Serap Vegetasi (ton/tahun)	Persentase Emisi Terserap (%)	Sisa Emisi yang tidak terserap (ton/tahun)
Bancang	19	17,34	13,15	114,52
Semeru	218	597,14	95,26	29,74
HOS				
Cokroaminoto	24	81,66	102,51	0
Benteng				
Pancasila	195	305,77	17,83	1409,18
Kedungsari	252	22,88	4,73	460,74
Total	2647	5743,47	31,32	12591,89
Dengan Adanya Penambahan Vegetasi Solusi Alternatif 1				
Empunala	698	2451,45	71,75	965,19
Gajah Mada	740	2770,72	81,50	628,75
Mayjen				
Sungkono	762	2436,5	272,85	0
Hayam Wuruk	384	1332,54	413,55	0
Letkol Sumarjo	175	142,35	191,71	0
By Pass	802	8295,7	120,06	0
Pemuda	228	199,11	106,98	0
Trunojoyo	181	94,12	96,75	3,16
Bancang	271	270,59	205,21	0
Semeru	381	1916,36	305,70	0
HOS				
Cokroaminoto	87	365,72	459,12	0
Benteng				
Pancasila	666	2429,51	141,67	0
Kedungsari	496	1123,07	232,22	0
Total	5871	23827,74	129,96	0
Dengan Adanya Penambahan Vegetasi Solusi Alternatif 2				
Empunala	844	1862,12	54,50	1554,52
Gajah Mada	740	2770,72	81,50	628,75
Mayjen				
Sungkono	888	1903,43	213,15	0,00
Hayam Wuruk	432	1133,09	351,66	0,00
Letkol Sumarjo	175	142,35	191,71	0,00
By Pass	1266	4502,79	65,17	2406,65
Pemuda	228	199,11	106,98	0,00
Trunojoyo	181	94,12	96,75	3,16
Bancang	271	270,59	205,21	0,00
Semeru	500	856,78	136,67	0,00
HOS				
Cokroaminoto	87	365,72	459,12	0,00
Benteng				
Pancasila	666	2429,51	141,67	0,00
Kedungsari	496	1123,07	232,22	0,00
Total	6774	17653,4	96,28	681,96

Berdasarkan **Tabel 8** merupakan perhitungan biokapasitas dengan adanya penambahan vegetasi. Dapat diketahui bahwa total daya serap yang ada di Jalan By Pass dengan adanya penambahan vegetasi adalah 8.295,7 ton/tahun sementara daya serap sebelum adanya penambahan pohon hanya 3.139,95 ton/tahun. Adanya peningkatan biokapasitas yang ada di Jalan By Pass dikarenakan terdapat penambahan 169 pohon trembesi, 215 pohon keres dan 42 pohon palem.

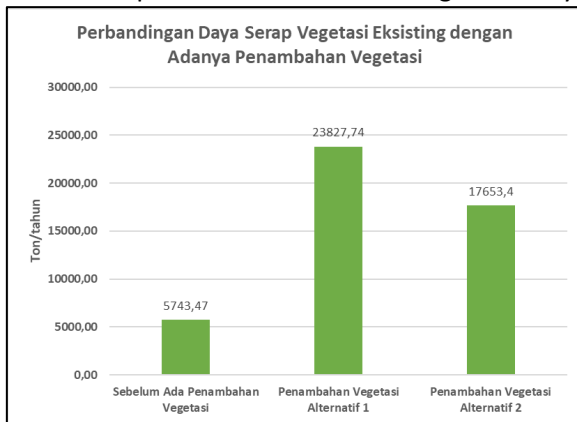
Perhitungan Emisi CO₂ dengan Adanya Penambahan Vegetasi

Perhitungan sisa emisi CO₂ dilakukan dengan mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan

dari kegiatan transportasi dengan daya serap setelah adanya penambahan vegetasi di Kecamatan Magersari. **Tabel 9** dan **Tabel 10** merupakan pengurangan emisi CO₂ dengan adanya penambahan vegetasi di Kecamatan Magersari pada solusi alternatif pertama dan solusi alternatif kedua.

Tabel 9 yaitu perhitungan emisi CO₂ dengan adanya penambahan vegetasi solusi alternatif pertama dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan vegetasi di ruas jalan Kecamatan Magersari, sudah mampu menyerap seluruh emisi yang dihasilkan pada aktivitas transportasi. Hal ini dikarenakan masih banyak terdapat ruang jalur hijau untuk ditanami serta adanya jenis pohon yang mampu menyerap

dalam jumlah besar sehingga mampu menghasilkan daya serap yang lebih besar dibandingkan emisi yang dihasilkan. **Tabel 10** yaitu perhitungan emisi CO₂ dengan adanya penambahan vegetasi pada solusi alternatif kedua. Dapat dilihat bahwa dengan adanya



Gambar 5. Perbandingan Daya Serap Vegetasi Eksisting dengan Adanya Penambahan Vegetasi

Tabel 11 merupakan perbandingan vegetasi eksisting dengan adanya penambahan vegetasi. Jumlah vegetasi eksisting yaitu sebanyak 2647 pohon, setelah adanya rencana penambahan pohon, jumlah vegetasi meningkat menjadi 5.871 pohon, dapat dilihat bahwa daya serap sebelum adanya penambahan vegetasi di Kecamatan Magersari sebesar 5743,47 ton/tahun. Setelah adanya penambahan vegetasi terjadi peningkatan daya serap dimana daya serap pada solusi alternatif 1 menjadi 23.827,74 ton/tahun sementara pada solusi alternatif 2 menjadi 17.653,4 ton/tahun. **Gambar 5** menjelaskan tentang adanya penambahan jumlah vegetasi mengakibatkan peningkatan daya serap vegetasi dikarenakan masih terdapat ruang jalur hijau untuk ditanami sehingga dengan adanya penambahan pohon mampu mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas transportasi, hal ini dapat dilihat bahwa sebelum adanya rencana penambahan pohon, persentase emisi terserap hanya sebesar 31,32%, setelah adanya penambahan vegetasi menjadikan persentase emisi terserap meningkat yaitu pada solusi alternatif pertama menjadi 129,96% dan pada solusi alternatif kedua menjadi 96,28%. setelah adanya penambahan vegetasi menghasilkan emisi 0 pada solusi alternatif pertama, dan pada solusi alternatif kedua masih terdapat sisa emisi yang belum terserap yaitu 681,96 ton/tahun.

Perencanaan penambahan pohon pada penelitian ini hanya bisa menjadi rekomendasi dan gambaran bagi Pemerintah Kota Mojokerto

penambahan vegetasi mampu mengurangi emisi dari aktivitas transportasi walaupun masih ada sisa emisi yang tidak terserap yaitu 681,96 ton/tahun. **Tabel 11** merupakan perbandingan daya serap vegetasi eksisting dengan adanya penambahan vegetasi.

dalam mengimplementasikan perencanaan pohon beserta lokasi peletakan pohon sehingga tidak dapat dijadikan dasaran secara langsung untuk eksekusi dilakukannya program penanaman pohon.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian “Penataan Vegetasi untuk Meningkatkan Biokapasitas RTH Publik dalam Mereduksi Emisi CO₂ dari Kegiatan Transportasi di Kecamatan Magersari, Kota Mojokerto”, terdapat tiga kesimpulan. Hasil akhirnya berupa total emisi yang dihasilkan, nilai biokapasitas vegetasi eksisting, serta kebutuhan vegetasi dalam upaya mereduksi emisi yang dihasilkan, sehingga dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Total emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas transportasi di Kecamatan Magersari sebesar 18335,36 ton/tahun. Emisi CO₂ terbesar berada di Jalan By Pass yaitu sebesar 6909,44 ton/tahun, kedua yaitu Jalan Empunala sebesar 3416,64 ton/tahun, ketiga yaitu Jalan Gajah Mada sebesar 3399,47 ton/tahun. keempat yaitu Jalan Benteng Pancasila sebesar 1714,95 ton/tahun. kelima yaitu Jalan Mayjen Sungkono sebesar 892,99 ton/tahun, keenam yaitu Jalan Semeru sebesar 626,88 ton/tahun. ketujuh yaitu Jalan Kedungsari sebesar 483,62 ton/tahun, kedelapan yaitu Jalan Hayam Wuruk sebesar 322,22 ton/tahun, kesembilan yaitu Jalan Pemuda sebesar 186,11 ton/tahun, kesepuluh yaitu Jalan Bancang sebesar 131,86 ton/tahun, kesebelas yaitu Jalan Trunojoyo sebesar 97,28 ton/tahun, keduabelas yaitu Jalan HOS Cokroaminoto sebesar 79,66 ton/tahun, sementara emisi CO₂ yang paling sedikit berada di Jalan Letkol Sumarjo sebesar 74,25 ton/tahun. Penyumbang emisi CO₂ terbanyak adalah jenis kendaraan roda 4 berbahan bakar bensin sebesar 41%. Hal ini membuktikan bahwa nilai emisi tidak hanya ditentukan oleh banyaknya jumlah kendaraan, dimana pada kondisi eksisting jenis kendaraan roda 2 (sepeda motor) mempunyai jumlah kendaraan paling banyak yaitu sebesar 77%, tetapi emisi

- juga dipengaruhi oleh efisiensi bahan bakar serta emisi faktor tiap jenis kendaraan. Nilai efisiensi bahan bakar untuk kendaraan roda empat bensin lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan kendaraan roda dua bensin.
2. Nilai biokapasitas Kecamatan Magersari yaitu 5.743,47 ton/tahun sedangkan nilai emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 18.335,36 ton/tahun sehingga dapat dilihat bahwa Kecamatan Magersari telah melampaui daya dukungnya terhadap emisi CO₂. Hal ini dikarenakan nilai emisi CO₂ yang lebih besar dibandingkan biokapasitas sehingga perlu adanya rekomendasi penambahan vegetasi dalam mereduksi emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas transportasi.
 3. Penambahan 3.224 pohon pada solusi alternatif pertama ataupun 4.127 pohon pada solusi alternatif kedua menghasilkan biokapasitas atau daya serap vegetasi menjadi lebih besar dimana daya serap sebelum adanya penambahan vegetasi di Kecamatan Magersari sebesar 5.743,47 ton/tahun. Setelah adanya penambahan vegetasi, daya serap pada solusi alternatif pertama menjadi 23.827,74 ton/tahun sementara pada solusi alternatif kedua menjadi 17.653,4 ton/tahun. Peningkatan biokapasitas ini menyebabkan terjadinya penurunan sisa emisi yang mulanya sebanyak 12591,89 ton/tahun menjadi 0 emisi pada alternatif pertama dan pada alternatif kedua masih ada sisa emisi yang tidak terserap sebanyak 681,96 ton/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriono Ferry, *et al.* 2013. Green Open Space Scenarios in Reducing CO₂ Emissions in Malang City, Indonesia: A Dynamic System Approach. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) Vol. 3, Issue 6 (June. 2013), ||V4|| PP 01-13
- Ardiansyah. 2009. Daya Rosot Karbondioksida Oleh Beberapa Jenis Tanaman Hutan Kota di kampus IPB Darmaga. FMIPA - Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor
- Barbara. 2016. Penataan Kawasan Pusat Kota Mojokerto Untuk Memperkuat Identitas Kota. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Dahlan, E. N. 2007. Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Sebagai Sink Gas CO₂ Antropogenik Dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor Dengan Pendekatan Sistem Dinamik. Disertasi. IPB, Bogor
- Danarto. 2019. Seleksi tumbuhan dataran rendah kering yang berpotensi tinggi dalam sekuestrasi karbon untuk rehabilitasi kawasan terdegradasi. PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON 5 (1): 33-37, Maret 2019
- Dinas Perhubungan Kota Mojokerto Tahun 2020
- IPCC. 2005. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. London : IPCC WGI Technical Support Unit, Hardley Center, Meteorology Office
- Laksono, Brahmanto Anggoro dan Alia. 2014. Analisis Kecukupan Jumlah Vegetasi dalam Menyerap Karbon Monoksida (CO) dari Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Ahmad Yani Surabaya. Surabaya : ITS.
- Meidiana C, Setiyono D A, Rohman N R N, Hadid A K. 2020. Emission Reduction from Transportation Sector Using Carbon Footprint Advances in Engineering Research 193 36 – 41
- Meidiana, *et al.* 2021. Potential of urban greening for carbon dioxide reduction from transportation sector. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 916 (2021) 012005
- Muziansyah, *et al.* 2015. Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Koita Bandar Lampung). JRSDD, Edisi Maret 2015, Vol. 3, No. 1, Hal:57 - 70 (ISSN:2303-0011)
- Rambaradellangga, *et al.* 2018. "Analisis Kemampuan RTH dalam Mereduksi CO₂ dan Suhu Udara serta Pengaruhnya terhadap Tingkat Kenyamanan Kampus Universitas Brawijaya". Universitas Brawijaya. Malang.
- Rawung. 2015. Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di Kawasan Perkotaan Boroko. Media Matrasain Volume 12, No.2, Juli 2015
- Purwaningsih. 2007. Kemampuan serapan karbondioksida pada tanaman hutan kota di kebun raya Bogor, Skripsi, Dept. Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, IPB, Bogor

- Selaniar, S., S. Fajriani dan L. Setyobudi. 2014. Status Pengelolaan "Green Campus" di Universitas Brawijaya. *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(8): 629-633
- Septian, Wisnu. 2014. Daya Serap CO₂ Hutan Kota di Purwokerto. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
- Suryaningsih. 2015. Analisis Spasial Defisiensi Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Mojokerto. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*
- Wibowo, A dan Samsuudin, I. 2012. Analisis Potensi dan Kontribusi Pohon di Perkotaan dalam Menyerap Gas Rumah kaca. Studi Kasus : Taman Kota Monumen Nasional Jakarta. *JURNAL Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* Vol. 9 No. 1 Maret 2012, Hal. 42 – 53
- Wirawan, *et al.* 2008. Studi Efek Penggunaan Biodiesel Terhadap Emisi Pada Sektor Transportasi Di Jakarta. Vol. 9 No. 2 (2008): *Jurnal Teknologi Lingkungan*