

Potensi Penyusutan Emisi CO₂ oleh Vegetasi Berdasarkan Jejak Transportasi

Jalan Jaksa Agung Suprpto, Kota Malang

Yasna Hernando Maksum, Kartika Eka Sari, Christia Meidiana

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

ABSTRAK

Kegiatan transportasi merupakan salah satu sumber pencemar udara yang diklasifikasikan sebagai sumber bergerak, yaitu sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor. Sebagai bentuk antisipasi hal tersebut, perlu dilakukan gerakan untuk menyelamatkan kualitas udara yaitu dengan menjaga keseimbangan konsentrasi CO₂ di udara. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi besaran jejak ekologis transportasi dan potensi penyusutan jejak ekologi tersebut dengan menggunakan penyerapan emisi CO₂ oleh vegetasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jejak Transportasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang berupa emisi CO₂ yang dihasilkan dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan pada ketiga segmen ialah sebesar 10.728,69 ton CO₂/tahun sedangkan potensi serapan vegetasi RTH adalah sebesar 139,51 ton CO₂/tahun atau sekitar 3,6 % dari total emisi, sehingga sisa emisi yang belum terserap oleh vegetasi yaitu sebesar 10.589,18 ton CO₂/tahun. Beberapa rekomendasi yang dapat mengurangi sisa emisi tersebut diantaranya dengan cara pengoptimalan ruang terbuka hijau eksisting melalui penambahan vegetasi berdasarkan daya serap vegetasi dan kebijakan perencanaan ruang terbuka hijau perkotaan serta rekomendasi pengurangan volume kendaraan.

Kata Kunci : Jejak transportasi, penyerapan emisi CO₂, ruang terbuka hijau, vegetasi

ABSTRACT

The Activity of transportation is one of the air pollutants sources that are classified as mobile sources, they are the sources of emissions movable or fixed in a place or from vehicles motorized. As a form of anticipation, it needs to be done a movement to save the air quality namely by keeping the concentration CO₂ balance in the air. This study was conducted to identify magnitude of the ecological footprint of transport and the potential depreciation of the ecological footprint by using CO₂ emission absorption by vegetation. The results showed that the Transportation footprints in Jaksa Agung Suprpto street, Malang City form CO₂ emissions; resulting from each liter of fuel consumption of the vehicle on the third segment is of 15.556,60 tonnes of co₂ / year, while the potential for vegetation uptake RTH is amounted to 171,33 tonnes co₂ / year , it produces waste emissions that has not been absorbed by the vegetation that amounting to 15.385,27 tonnes CO₂ /year. The recommendation can be revommended to decrease the emissions has not been absorbed was optimizing green open space with increasing the number of vegetation , based on the vegetation's ability to adbsorb carbon emission and green open space planning policy along with decreasing the volume of the vehicle.

Keywords: transportation footprints, absorption of CO₂ emission, green open space, vegetation.

PENDAHULUAN

Kegiatan transportasi merupakan salah satu sumber pencemar udara yang diklasifikasikan sebagai sumber bergerak, yaitu sumber emisi yang bergerak atau tidak tetap pada suatu tempat yang berasal dari kendaraan bermotor (Peraturan Pemerintah Nomor 41 tahun 1999). Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) tahun 2014, sektor transportasi merupakan sumber pencemar udara dan emisi gas rumah kaca (GRK) yang terbesar di

perkotaan diikuti sumber emisi pencemar halus lain seperti industri, rumah tangga, dan kegiatan komersial. Emisi GRK dari sektor transportasi diperkotaan adalah sekitar 23% dari total emisi GRK.

Kota Malang merupakan salah satu kota dengan kegiatan ekonomi yang bervariasi sehingga mengakibatkan tingginya kebutuhan pergerakan dari satu tempat ke tempat yang lain. Berdasarkan data pada Dishub Kota Malang, jumlah motor di kota Malang pada tahun 2005 mencapai 173.000 unit, sedangkan pemilik mobil

pada tahun yang sama mencapai 63.000 unit. Berdasarkan data kasatlantas polresta Malang tahun 2012, setiap bulannya terjadi penambahan kendaraan bermotor sebanyak 1.100 unit yang terdiri atas 900 sepeda motor dan 200 mobil, hal ini mengakibatkan emisi gas buang kendaraan berupa emisi CO₂ semakin bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor, namun hal tersebut tidak disertai dengan penambahan ruang terbuka hijau yang seharusnya mampu mengurangi dampak yang ditimbulkan dari pencemaran udara tersebut. Berdasarkan Masterplan RTH Kota Malang tahun 2012 - 2032, kebutuhan RTH Kota Malang berdasarkan persentase luas wilayah Kota Malang adalah seluas 3.329,13 ha dengan rincian RTH Privat sebesar 1.109,71 ha sedangkan untuk RTH Publik adalah 2.219,42 ha, uraian diatas mengindikasikan bahwa ketersediaan luasan ruang terbuka hijau khususnya di Kota Malang masih sangat kurang sehingga membutuhkan penambahan ruang terbuka hijau sesuai dengan kebutuhan tersebut.

Jalan Jaksa Agung Suprpto merupakan salah satu ruas jalan di Kota Malang dengan kelas arteri sekunder (Rencana Induk Jaringan Jalan Kota Malang, 2012). Jalan ini menjadi jalur yang cukup padat dan tidak jarang menimbulkan kemacetan karena kedekatannya dengan pusat kota. Selain itu, guna lahan yang ada pada jalan tersebut ditetapkan sebagai salah satu kawasan pusat perbelanjaan di Kota Malang (RTRW Kota Malang 2010-2030) yang akan berdampak pada peningkatan kunjungan dan penggunaan kendaraan bermotor. Berdasarkan uraian diatas, sangat penting untuk mengetahui seberapa besar dampak atau jejak yang ditimbulkan oleh penggunaan kendaraan bermotor khususnya pada Jalan Jaksa Agung Suprpto, oleh karena itu diperlukan pengukuran mengenai jejak ekologis yang bersumber dari kegiatan transportasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto sehingga akan diketahui tingkat konsumsi maupun emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas berkendara selama periode tertentu sebagai bagian dari analisis *Ecological Footprint*.

Alam sebenarnya sudah memiliki mekanisme alamiah untuk menelaraskan konsentrasi CO₂ di atmosfer, yaitu melalui vegetasi. Vegetasi memiliki kemampuan untuk menyerap CO₂ dan memprosesnya menjadi O₂ dan karbon yang disimpan dalam bagian tubuh vegetasi tersebut atau disebut dengan carbon sink (Ali S, 2012). Ruas jalan Jaksa Agung Suprpto

dilengkapi dengan ruang terbuka hijau berbagai vegetasi dengan jenis tegakan batang yang besar dan tinggi seperti pohon Trembesi (*Samanea saman*), Mahoni (*Sweettiana mahagoni*), angkana (*Pterocarpus indicus*) dan lain-lain yang sebagian difungsikan sebagai jalur hijau. Berdasarkan uraian diatas dapat diketahui bahwa ruang terbuka hijau pada Jalan Jaksa Agung Suprpto memiliki potensi untuk mengurangi emisi CO₂ hasil dari kegiatan transportasi.

Berdasarkan beberapa uraian diatas dapat disimpulkan bahwa untuk tetap menjaga keseimbangan lingkungan dan kualitas udara akibat dari kegiatan transportasi khususnya pada ruas Jalan Jaksa Agung Suprpto, diperlukan pengukuran jejak ekologis yang bersumber dari kegiatan transportasi pada jalan tersebut yang kemudian akan dibandingkan dengan kemampuan ruang terbuka hijau yang ada pada Jalan Jaksa Agung Suprpto dalam mengurangi emisi yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui kebutuhan ruang terbuka hijau khususnya vegetasi yang dapat mengurangi emisi CO₂ hasil dari kegiatan transportasi tersebut. Hasil tersebut nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam rekomendasi pengembangan ruang terbuka hijau khususnya pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang.

METODE PENELITIAN

Jarak Tempuh Kendaraan

Untuk mengetahui panjang perjalanan yang ditempuh kendaraan bermotor selama satu tahun dapat dihitung berdasarkan volume kendaraan tiap segmen dikalikan dengan panjang jalan tiap segmen dan jumlah hari dalam setahun yaitu 365 hari.

Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Efisiensi bahan bakar dinyatakan dalam liter/kilometer yang berarti jumlah liter konsumsi bahan bakar yang digunakan sebuah kendaraan dalam menempuh perjalanan per kilometer.

Nilai efisiensi bahan bakar kendaraan dapat diperoleh menggunakan hasil dari penelitian Wirawan S *et al*, 2008 yaitu berupa konsumsi energi spesifik kendaraan bermotor yang dinyatakan dalam bentuk kilometer/liter. Oleh karena itu, nilai tersebut harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk liter per kilometer agar dapat digunakan untuk menghitung konsumsi bahan bakar selama satu tahun (Tabel 1)

Tabel 1. Konsumsi Energi spesifik Kendaraan

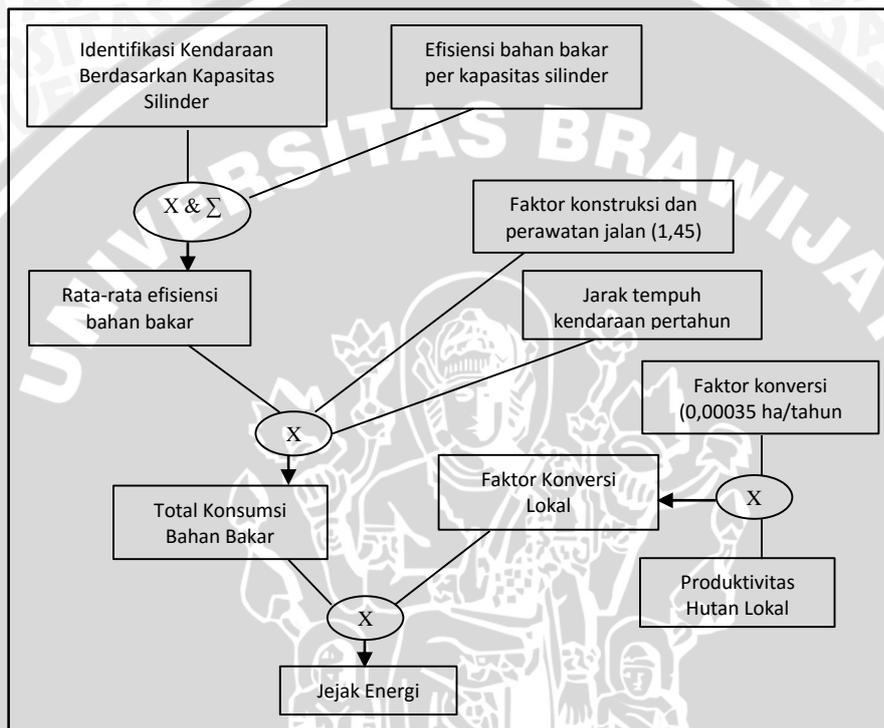
Jenis Kendaraan	Bahan Bakar	Konsumsi energi spesifik (km/liter)	
Mobil Penumpang	Pribadi	Bensin	8,48
		Solar	8,8
	Umum	Bensin	9,19
		Solar	16
Bus	Bus Kecil dan Sedang	Bensin	8,81
		Solar	8,45
	Bus Besar	Solar	5,92
Truk	Truk Kecil	Bensin	12,33
		Solar	9,4
	Truk Sedang	Solar	6,6

	Truk Besar	Solar	6,32
Sepeda Motor	Bensin	37,59	

Sumber : Sumber: Kartika Eka S et al, 2014

Total Konsumsi Bahan Bakar

Perhitungan total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun perjalanan diperoleh dengan mengalikan efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan dengan jarak tempuh kendaraan selama satu tahun yang akan menghasilkan jumlah liter konsumsi bahan bakar selama satu tahun.



Gambar 1 Skema Perhitungan Jejak Transportasi (Chi dan Brian, 2005)

Besaran Emisi CO₂

Besaran emisi CO₂ dapat dihitung dengan cara mengalikan total konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan dengan faktor emisi tiap jenis bahan bakar kendaraan yang akan menghasilkan besaran emisi CO₂. (Tabel 2)

Tabel 2. Faktor emisi bahan bakar kendaraan

No	Jenis Bahan Bakar	Emisi CO ₂	Unit
1	Gasoline Fuel	2,31	Kg/liter
2	Diesel Fuel	2,68	Kg/liter

Sumber : Ferry Andriano, et al., 2013

Analisis Penyerapan CO₂ oleh vegetasi

Selanjutnya, dalam penelitian ini juga diperlukan perhitungan mengenai kemampuan daya serap CO₂ oleh ruang terbuka hijau yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi tanaman yang berupa pohon di Jalan Jaksa Agung Suprpto baik yang berada di median jalan maupun tanaman yang ada di jalur hijau jalan yang

selanjutnya akan dilakukan pengukuran sesuai dengan besaran daya serap tiap jenis vegetasi menurut beberapa penelitian mengenai daya serap CO₂ oleh tanaman yang akan menghasilkan kemampuan ruang terbuka hijau dalam mengurangi emisi CO₂ hasil jejak ekologis transportasi sehingga dapat diketahui kebutuhan vegetasi untuk meningkatkan serapan CO₂ pada ruang terbuka hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Ruas Jalan Wilayah Studi

Jalan Jaksa Agung Suprpto terletak di Kelurahan Samaan Kecamatan Klojen Kota Malang dengan hirarki jalan Arteri Sekunder yang memiliki panjang sebesar 1366,9 m. Jalan Jaksa Agung Suprpto terbagi atas 3 jalur yaitu 2 jalur utama dan 1 jalur lambat. Masing-masing jalur



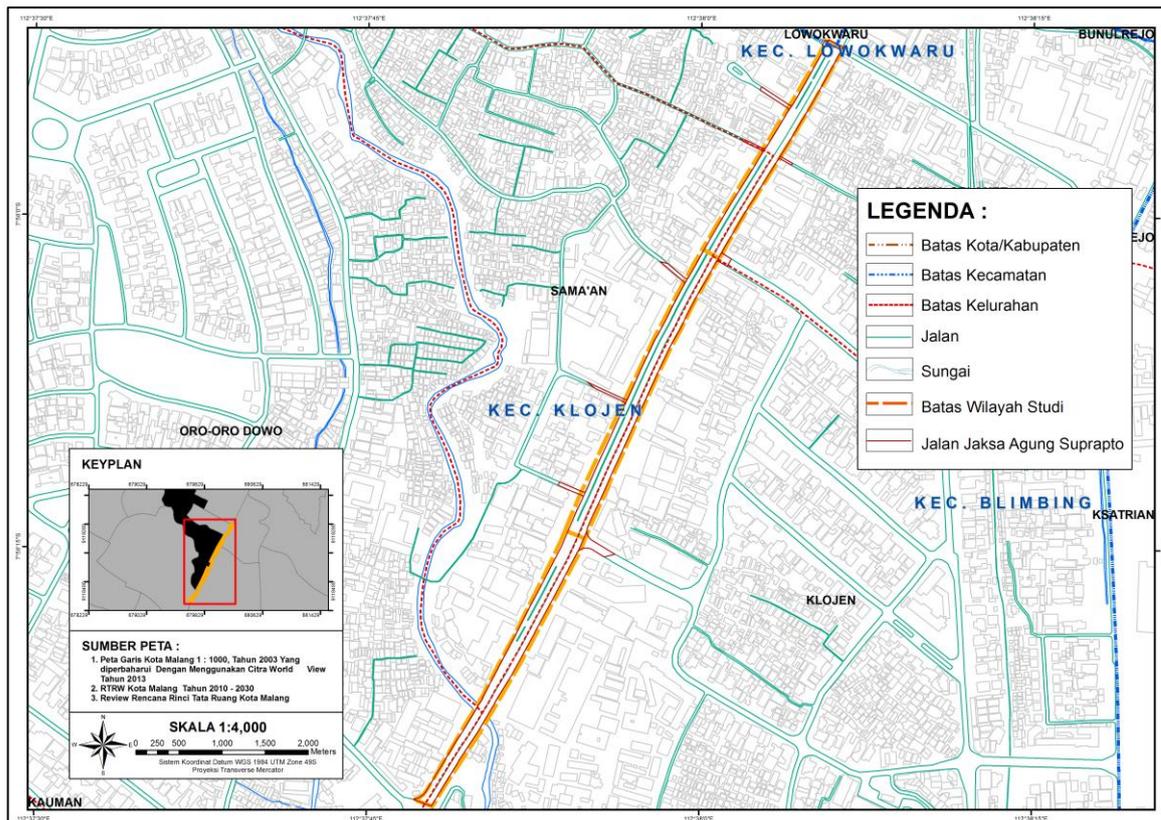
tersebut dipisahkan oleh median jalan yang berfungsi sebagai jalur vegetasi. Perbedaan lebar jalan pada tabel diatas dikarenakan pada pangkal jalan Jaksa Agung Suprpto hanya terdapat 2 jalur utama, sedangkan jalur lambat mulai ada pada bagian tengah jalan sehingga lebar jalan pada bagian tengah menjadi lebih lebar (Gambar 2).



Gambar 2. Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang.

Keterangan:

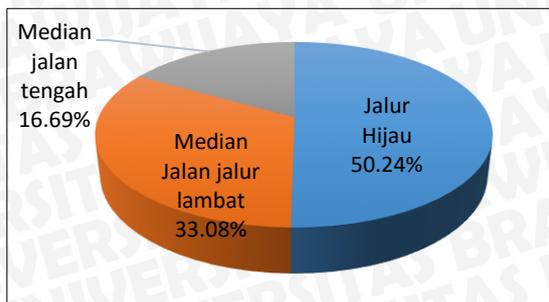
- (a) Bagian dengan 2 jalur (segmen 1)
- (b) Bagian dengan 3 jalur (segmen 2 dan 3)



Gambar 3. Peta Wilayah Studi

Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto

Jenis Ruang Terbuka Hijau publik pada Jalan Jaksa Agung Suprpto pada kondisi eksisting telah ada pada median jalan yang memisahkan jalur cepat dan jalur lambat pada arah selatan menuju utara jalur hijau yang berada di sepanjang jalan Jaksa Agung Suprpto. (Gambar 4)



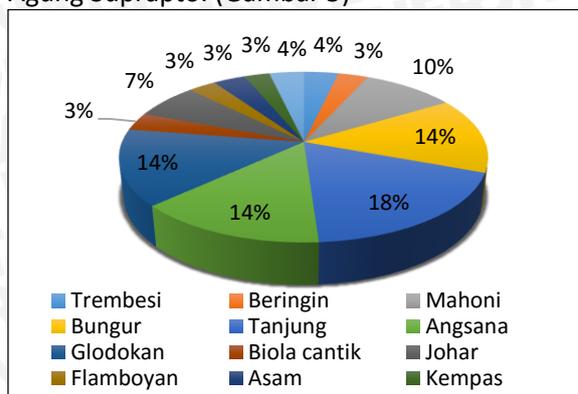
Gambar 4. Prosentase Jenis RTH Jalan Jaksa Agung Suprpto

Total luasan Ruang Terbuka Hijau pada Jalan Jaksa Agung Suprpto ialah sebesar 5441,972 m² atau setara dengan 0,5441 Ha, dari total luasan tersebut sebesar 50 % adalah berupa ruang terbuka hijau dengan jenis jalur hijau, 33 % adalah median pada jalur lambat dan 17 % adalah berupa median jalan utama

Vegetasi Jalan Jaksa Agung Suprpto

Vegetasi pada jalan Jaksa Agung Suprpto juga terdapat pada median yang berada di tengah jalur yang berfungsi sebagai vegetasi perdu. Selain identifikasi ruang terbuka hijau berdasarkan luasannya, dalam penelitian ini juga mengidentifikasi ruang terbuka hijau berdasarkan

Jenis vegetasi yang ada didalamnya yang nantinya akan digunakan untuk mengetahui kemampuan serapan emisi CO₂ ruang terbuka hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto. (Gambar 5)



Gambar 5. Komposisi Vegetasi Pohon Jalan Jaksa Agung Suprpto

Jumlah total vegetasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto ialah 413 vegetasi dengan rincian 226 vegetasi pada jalur hijau jalan ,111 vegetasi pada median jalan dan 76 vegetasi pada kavling bangunan sepanjang koridor Jalan Jaksa Agung Suprpto.

Analisis Volume Kendaraan

Data volume kendaraan yang digunakan merupakan data yang diolah dari data volume kendaraan hasil survei primer pada pukul 05.00 hingga 22.00 dan data volume kendaraan berdasarkan hasil survei primer kapasitas silinder kendaraan sehingga dapat ditentukan jumlah yang dapat mewakili volume kendaraan selama satu hari berdasarkan jenis klasifikasi kendaraan yang telah ditentukan (Tabel 3)

Tabel 3. Pengelompokan jenis dan bahan bakar kendaraan

No	Kapasitas Kendaraan (CC)	Silinder	Klasifikasi
1	110 – 250 cc		Roda 2 (bensin)
2	1000 – 2000 cc		Roda 4 pribadi (bensin)
3	2500 – 3000 cc		Roda 4 (Solar)
4	3300 cc		Truk (Solar)
5	4800 cc		Bus (Solar)
6	1000 cc (angkot)		Roda 4 umum (Bensin)

Hasil volume weekday dan weekend selanjutnya akan dirata-rata untuk mengetahui volume kendaraan yang dapat mewakili jumlah kendaraan pada weekday dan weekend (Tabel 4)

Tabel 4. Volume kendaraan rata rata

Segmen	Volume Akhir					
	Roda 2 (bensin)	Roda 4 pribadi (bensin)	Roda 4 pribadi (diesel)	Roda 4 umum (bensin)	Truk (diesel)	Bus (diesel)
1	105.985	41.624	9905	2395	200	110
2	94.253	37.143	9020	2187	145	131
3	92.580	37.085	8631	2187	138	138

Jarak Tempuh Kendaraan

Langkah selanjutnya dalam perhitungan Jejak Energi adalah dengan menghitung jarak tempuh atau panjang perjalanan kendaraan selama satu tahun. Panjang perjalanan kendaraan dihitung dari jumlah volume kendaraan pada jalan Jaksa Agung Suprpto pada hari kerja maupun akhir pekan berdasarkan hasil survei primer yang dilakukan mulai pukul 05.00 hingga pukul 22.00 dikalikan dengan panjang jalan Jaksa Agung Suprpto (Tabel 5).

Tabel 5. Jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun

Segmen	Jenis Kendaraan	Jarak Tempuh Kendaraan (km/tahun)
Segmen 1	Roda 2 (Bensin)	19.950.063,23
	Roda 4 pribadi (Bensin)	6.943.275,42
	Roda 4 pribadi (Solar)	1.417.603,06
	Roda 4 umum (Bensin)	417.768,53
	Truk (Solar)	50.328,87
	Bus (Solar)	20.853,53
Segmen 2	Roda 2 (Bensin)	21.070.739,88
	Roda 4 pribadi (Bensin)	7.638.017,12
	Roda 4 pribadi (Solar)	1.416.293,65
	Roda 4 umum (Bensin)	454.231,53
	Truk (Solar)	46.087,30
	Bus (Solar)	21.953,86
Segmen 3	Roda 2 (Bensin)	16.548.702,50
	Roda 4 pribadi (Bensin)	6.004.480,06
	Roda 4 pribadi (Solar)	1.081.128,59
	Roda 4 umum (Bensin)	359.750,07
	Truk (Solar)	30.759,74
	Bus (Solar)	22.714,15
Jumlah Total		83.494.751,09

Jenis kendaraan dengan jarak tempuh pertahun yang terpanjang ialah kendaraan roda 2 dengan total jarak yang ditempuh yaitu 83.494.751,09 km. Besarnya jarak tempuh tersebut sangat dipengaruhi oleh volume kendaraan dikarenakan jarak tempuh pertahun merupakan panjang total jarak yang ditempuh oleh tiap kendaraan oleh karena itu, semakin besar volume atau jumlah kendaraan, maka total jarak yang ditempuh akan semakin panjang

Efisiensi Bahan Bakar Kendaraan

Rata rata efisiensi bahan bakar diperoleh dari rata rata efisiensi bahan bakar dari setiap jenis kendaraan per kapsitas silinder kendaraan mulai dari yang terkecil yaitu 100 cc dari jenis kendaraan beroda 2 seperti sepeda motor, hingga 4800 cc dari kendaraan berat seperti bus dan kontainer. Efisiensi bahan bakar dinyatakan dalam liter/kilometer yang berarti jumlah liter konsumsi bahan bakar yang digunakan satu unit

kendaraan dalam menempuh perjalanan per kilometer (Tabel 6)

Tabel 6. Efisiensi bahan bakar kendaraan

Jenis Kendaraan		Bahan Bakar	Efisiensi bahan bakar (liter/km)
Mobil Penumpang	Pribadi	Bensin	0.118
		Solar	0.114
	Umum	Bensin	0.109
Bus	Bus Besar	Solar	0.169
Truk	Truk Sedang	Solar	0.152
Sepeda Motor		Bensin	0.027

Sumber : Wirawan S, et al.,2008

Hasil rata rata efisiensi konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan diatas selanjutnya akan digunakan untuk menghitung total konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan dalam kurun waktu satu tahun

Total Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Selama Satu Tahun

Setelah menghitung jarak yang ditempuh kendaraan selama satu tahun dan rata rata efisiensi bahan bakar kendaraan, langkah selanjutnya dalam menghitung jejak ekologis energi ialah menghitung total konsumsi bahan bakar kendaraan selama satu tahun perjalanan yang diperoleh dengan mengalikan efisiensi bahan bakar kendaraan dengan jarak tempuh kendaraan selama satu tahun (Tabel 7)

Tabel 7. Total Konsumsi Bahan Bakar kendaraan

Segmen	Jenis Kendaraan	total konsumsi bahan bakar (liter/tahun)
Segmen 1	Roda 2 (Bensin)	530.727,94
	Roda 4 pribadi (Bensin)	818.782,48
	Roda 4 pribadi (Solar)	161.091,26
	Roda 4 umum (Bensin)	45.459,03
	Truk (Solar)	7625,59
	Bus (Solar)	3522,56
Segmen 2	Roda 2 (Bensin)	560.541,10
	Roda 4 pribadi (Bensin)	900.709,57
	Roda 4 pribadi (Solar)	160.942,46
	Roda 4 umum (Bensin)	49.426,74
	Truk (Solar)	6982,92
	Bus (Solar)	3708,42
Segmen 3	Roda 2 (Bensin)	440.242,15
	Roda 4 pribadi (Bensin)	708.075,86
	Roda 4 pribadi (Solar)	122.855,52
	Roda 4 umum (Bensin)	39.145,84
	Truk (Solar)	4660,57
	Bus (Solar)	3836,85
	Jumlah Total	4.568.336,85

Total konsumsi bahan bakar yang dihabiskan kendaraan selama satu tahun perjalanan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto ialah sebesar 4.568.336,85 liter/tahun. Kendaraan dengan konsumsi bahan bakar terbanyak ialah kendaraan pribadi roda 4 berbahan bakar bensin dengan konsumsi bahan bakar mencapai 53,14 %

dari total bahan bakar dikarenakan meskipun jarak tempuh pertahunnya lebih kecil daripada kendaraan roda 2 namun rata rata efisiensi bahan bakarnya lebih besar sehingga konsumsi bahan bakarnya juga akan semakin besar.

Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

Jejak Transportasi yang dihasilkan dalam penelitian ini ialah berupa besaran emisi CO₂ dikarenakan CO₂ merupakan salah satu gas berbahaya yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Emisi CO₂ kendaraan bermotor merupakan emisi yang dihasilkan dari total 4.535.338,81 liter/tahun konsumsi bahan bakar kendaraan dari 3 segmen yang diperoleh berdasarkan analisis sebelumnya. Untuk mengetahui besaran emisi CO₂ yang dihasilkan dari konsumsi bahan bakar tersebut dapat diketahui dengan menggunakan emisi faktor yang dinyatakan dalam kilogram CO₂ per liter konsumsi bahan bakar. Emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan dengan bahan bakar *Gasoline Fuel* (Bensin) ialah 2,31 kg/liter sedangkan untuk *Diesel Fuel* (Solar) ialah 2,68 kg/liter (Ferry Andriano et al, 2013). Berdasarkan nilai diatas, emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan pada Jalan Jaksa Agung Suprpto ialah sebagai berikut.

Tabel 8. Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor

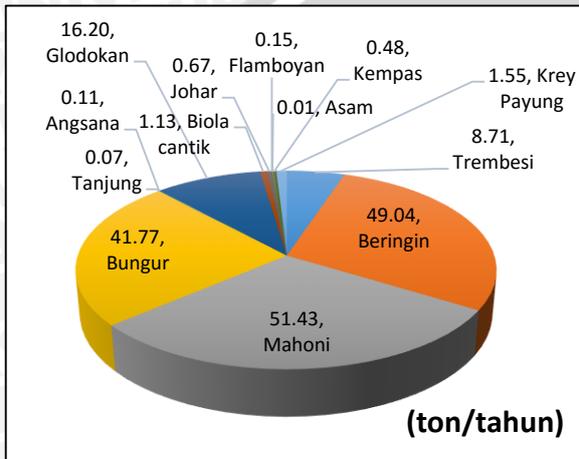
Segmen	Jenis Kendaraan	Emisi Faktor CO ₂ (kg/liter)	Emisi CO ₂ (ton/tahun)
Segmen 1	Roda 2 (Bensin)	2,31	1225,98
	Roda 4 pribadi (Bensin)	2,31	1891,39
	Roda 4 pribadi (Solar)	2,68	431,72
	Roda 4 umum (Bensin)	2,31	105,01
	Truk (Solar)	2,68	20,44
	Bus (Solar)	2,68	9,44
Segmen 2	Roda 2 (Bensin)	2,31	1294,85
	Roda 4 pribadi (Bensin)	2,31	2080,64
	Roda 4 pribadi (Solar)	2,68	431,33
	Roda 4 umum (Bensin)	2,31	114,18
	Truk (Solar)	2,68	18,71
	Bus (Solar)	2,68	9,94
Segmen 3	Roda 2 (Bensin)	2,31	1016,96
	Roda 4 pribadi (Bensin)	2,31	1635,66
	Roda 4 pribadi (Solar)	2,68	329,25
	Roda 4 umum (Bensin)	2,31	90,43
	Truk (Solar)	2,68	12,49
	Bus (Solar)	2,68	10,28
	Jumlah Total		10.728,69

Total jejak transportasi berupa emisi CO₂ yang dihasilkan dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan pada ketiga segmen ialah sebesar 10.728,69 ton CO₂/tahun. Sebanyak 36,81 % dari total emisi tersebut berasal dari

segmen 1, 34,35 % berasal dari segmen 2, dan 28,84 % berasal dari segmen 3.

Kemampuan Vegetasi Jalan Jaksa Agung Suprpto Terhadap Penyerapan Emisi CO₂.

Perhitungan mengenai kemampuan daya serap vegetasi Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto dilakukan untuk mengetahui apakah potensi daya serap vegetasi yang ada pada jalan tersebut mampu mengurangi atau bahkan menyerap seluruh emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto yang diperoleh berdasarkan analisis jejak ekologis transportasi.



Gambar 6. Total daya serap CO₂ oleh vegetasi Jalan Jaksa Agung Suprpto

Dari daya serap total vegetasi pada jalan Jaksa Agung Suprpto sebesar 139.514,56 kg/tahun atau setara dengan 139,51 ton/tahun yang dihasilkan dari total 337 Vegetasi pada ruas jalan tersebut baik vegetasi yang berada pada jalur hijau jalan maupun vegetasi pada median jalan, sebanyak 40 % dari total daya serap tersebut dihasilkan oleh vegetasi pada segmen 2, 35 % dari segmen 1 dan sisanya yaitu 25 % merupakan daya serap vegetasi pada segmen 3. Hasil daya serap ini selanjutnya akan dikomparasikan dengan emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan berdasarkan analisis jejak Transportasi.

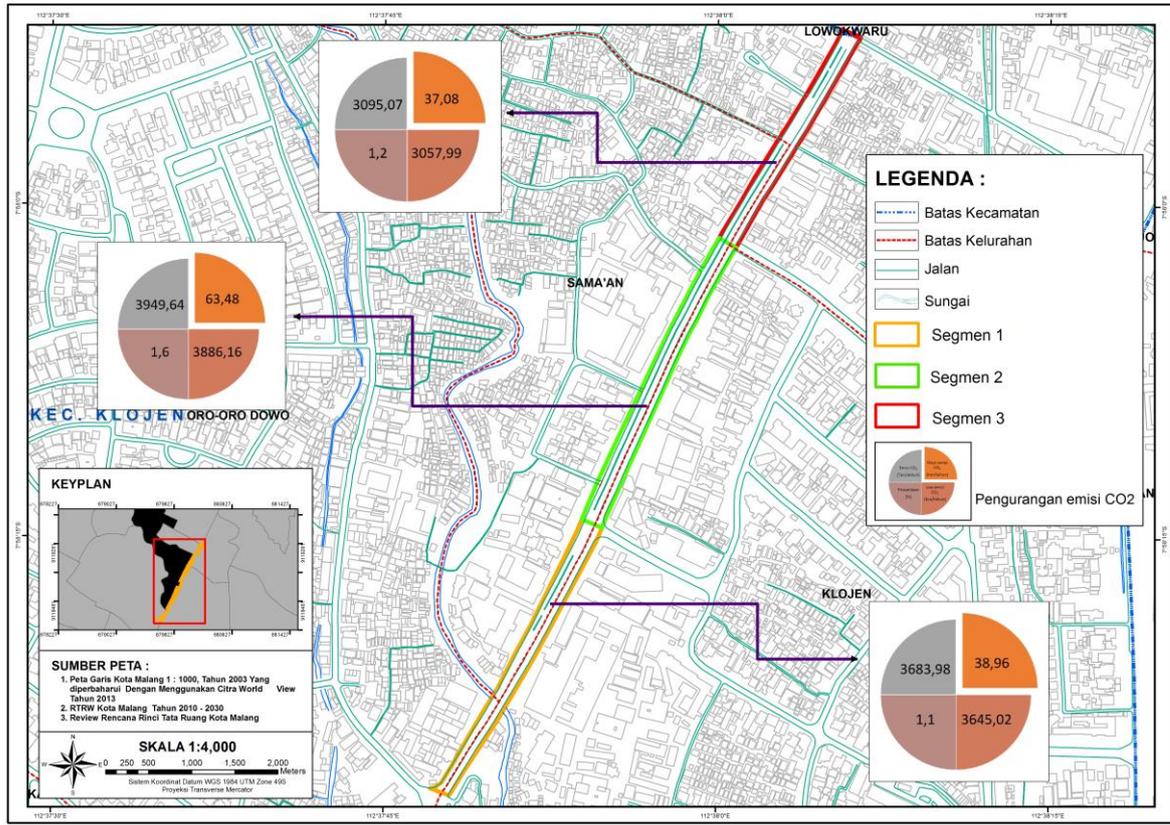
Kebutuhan Vegetasi untuk Mengurangi Emisi CO₂ Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang

Besaran emisi CO₂ yang dihasilkan dari Jejak Transportasi Jalan Jaksa Agung Suprpto dan kemampuan daya serap CO₂ vegetasi eksisting pada RTH Jalan Jaksa Agung Suprpto selanjutnya akan dibandingkan untuk

mengetahui perbandingan antara keduanya. Dari hasil perbandingan tersebut akan data diketahui kebutuhan ruang terbuka hijau dan vegetasi yang harus dipenuhi untuk menyerap emisi CO₂ hasil jejak transportasi agar timbul keseimbangan antara emisi CO₂ yang dihasilkan dengan emisi CO₂ yang dapat diserap. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto masih belum dapat menyerap semua emisi yang dihasilkan dari kegiatan transportasi yang ada pada jalan tersebut dikarenakan kemampuan serapan Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto sebesar 139,51 ton/tahun atau hanya 3,6 % dari total emisi CO₂ sebesar 10.728,69 ton CO₂/tahun yang dihasilkan dari kegiatan transportasi pada jalan Jalan Jaksa Agung Suprpto. Besaran emisi CO₂ yang dihasilkan pada tiap segmen jalan jika dibandingkan dengan kemampuan serapan pada tiap segmen jalan masih sangat kecil. Pada segmen 1, prosentase penyerapan oleh vegetasi hanya sebesar 1,1 %, segmen 2 sebesar 1,6 % dan segmen 3 sebesar 1,2 %. Sisa emisi yang belum terserap oleh ruang terbuka hijau ialah sebesar 96,4 % dari emisi total yaitu sebesar 10.589,18 ton/tahun.(Gambar 6).

Analisis Kebutuhan Vegetasi

Kebutuhan ruang terbuka hijau dapat diartikan sebagai selisih antara *demand* yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi berupa emisi CO₂ dengan *supply* yang berupa kemampuan ruang terbuka hijau dalam penyerapan emisi CO₂ pada lokasi penelitian, sehingga nantinya diharapkan kemampuan ruang terbuka hijau pada lokasi penelitian seimbang dengan emisi CO₂ yang dihasilkan. Berdasarkan analisis sebelumnya dapat diketahui bahwa emisi yang dihasilkan dari kegiatan transportasi pada jalan tersebut masih belum terserap seluruhnya oleh vegetasi pada ruang terbuka hijau yang ada pada jalan Jalan Jaksa Agung Suprpto dengan sisa emisi yang belum terserap pada ketiga segmen ialah sebesar 15.385,27 ton/tahun, oleh karena itu diperlukan analisis mengenai kebutuhan ruang terbuka hijau yang diperlukan agar emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kegiatan transportasi tersebut dapat terserap seluruhnya oleh vegetasi pada ruang terbuka hijau di lokasi penelitian (Tabel 9,10,11)



Gambar 7. Peta Perbandingan Emisi CO₂ dengan Kemampuan RTH Jalan Jaksa Agung Suprpto

Tabel 9. Asumsi Kebutuhan Jumlah Pohon pada Segmen 1

Jenis Vegetasi	Kemampuan Serapan (ton CO ₂ /pohon/tahun)	Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Pohon yang dibutuhkan
Trembesi	0,58		6276
Beringin	5,45		669
Mahoni	1,29	3645,02	2835
Bungur	0,7		5235
Glodokan	0,27		13.500

Tabel 10. Asumsi Kebutuhan Jumlah Pohon pada Segmen 2

Jenis Vegetasi yang digunakan	Kemampuan Serapan (ton CO ₂ /pohon/tahun)	Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Pohon yang dibutuhkan
Trembesi	0,58		6800
Beringin	5,45		725
Mahoni	1,29	3949,64	3072
Bungur	0,7		5673
Glodokan	0,27		14.628

Tabel 11. Asumsi Kebutuhan Jumlah Pohon pada Segmen 3

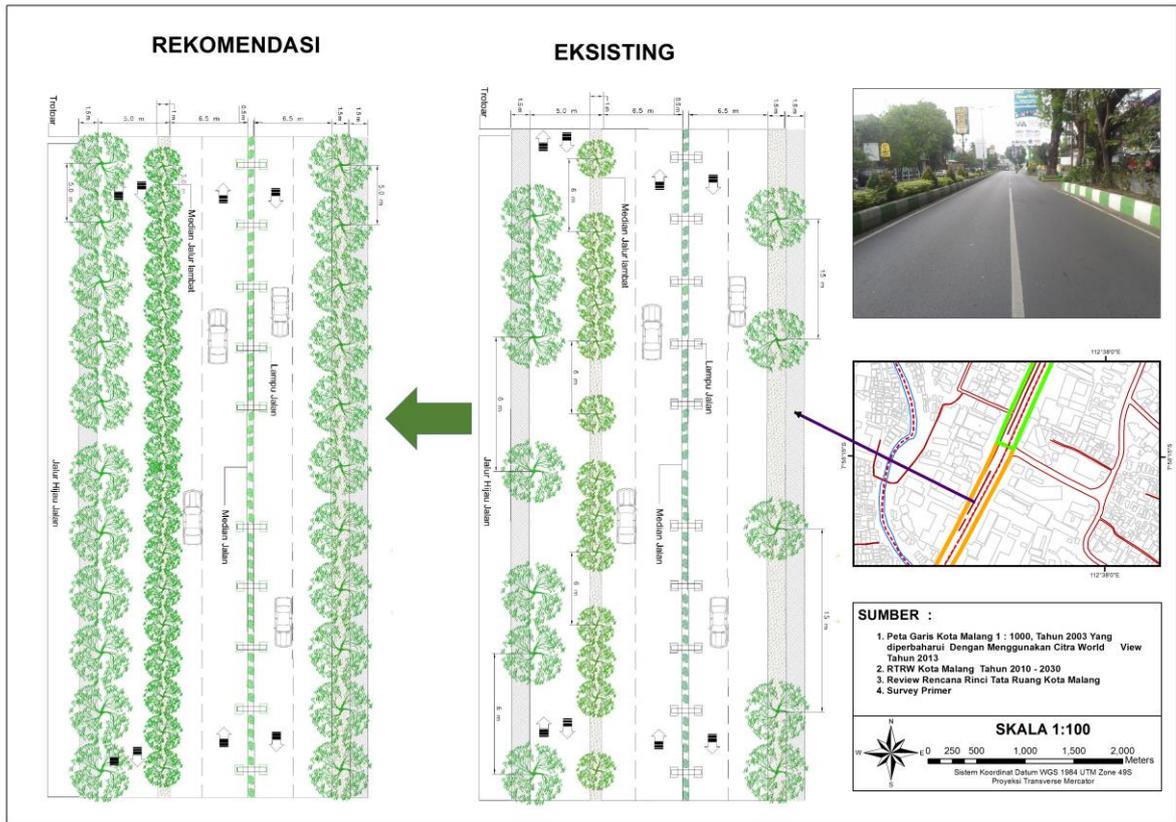
Jenis Vegetasi yang digunakan	Kemampuan Serapan (ton CO ₂ /pohon/tahun)	Sisa Emisi (ton CO ₂ /tahun)	Jumlah Pohon yang dibutuhkan
Trembesi	0,58		5329
Beringin	5,45		568
Mahoni	1,29	3095,07	2407
Bungur	0,7		4445
Glodokan	0,27		11463

Rekomendasi Peningkatan Kapasitas Penyerapan CO₂ oleh Vegetasi

1. Rekomendasi Penambahan Jenis Vegetasi Berdaya serap tinggi terhadap CO₂

Berapa jenis vegetasi pada ruang terbuka hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto memiliki kemampuan serapan CO₂ per pohon yang tinggi, jenis vegetasi tersebut ialah vegetasi Trembesi (0,581 ton CO₂/pohon/tahun), Beringin (5,449 ton CO₂/pohon/tahun), Mahoni (1,29 ton CO₂/pohon/tahun), Bungur (0,696 ton CO₂/pohon/tahun), dan Glodokan (0,27 ton CO₂/pohon/tahun). didapatkan hasil bahwa jenis vegetasi yang paling efektif dalam mengurangi emisi CO₂ ialah pohon Beringin (*Ficus benyamina*) dikarenakan pohon tersebut memiliki kemampuan daya serap terhadap CO₂/pohon yang paling tinggi diantara 4 jenis vegetasi lainnya, dengan menggunakan jenis pohon beringin akan mengurangi sisa emisi CO₂ yang belum terserap sebanyak 568,34 ton/tahun atau 5,4 %. Berdasarkan prosentase tersebut, sisa emisi setelah rekomendasi penambahan 354

pohon Beringin ialah 10.020,83 ton CO₂/tahun.



Gambar 8. Ilustrasi Rekomendasi Penambahan Vegetasi

2. Rekomendasi Penambahan Vegetasi Sesuai dengan Kebijakan Perencanaan RTH Perkotaan

Dari 13 jenis tanaman yang ada pada RTH Jalan Jaksa Agung Suprpto, terdapat 2 jenis tanaman yang memiliki kesesuaian dengan semua kriteria berdasarkan permen PU nomor 5 tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan Dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Di Kawasan Perkotaan, yaitu Pohon Mahoni dan Bungur.

Dari hasil pemilihan dapat diketahui bahwa dengan menggunakan rekomendasi penambahan pohon Mahoni yang akan ditempatkan pada jalur hijau jalan dikarenakan ukuran dewasanya sesuai dengan ketersediaan lahan pada jalur hijau jalan, sehingga sebanyak 165 pohon mahoni dapat mengurangi sisa emisi CO₂ yang belum terserap sebanyak 2 % atau setara dengan 211,6 ton/ tahun. Rekomendasi penambahan dengan menggunakan pohon Bungur akan ditempatkan pada median jalur lambat dikarenakan ukuran dewasanya sesuai dengan

ketersediaan lahan pada median jalur lambat sehingga sebanyak 129 pohon Bungur dapat mengurangi emisi yang belum terserap sebesar 0,85 % atau setara dengan 89,91 CO₂/tahun. Jadi, sisa emisi CO₂ yang masih belum terserap setelah rekomendasi tersebut ialah sebesar 10.287,66 ton CO₂/tahun.

3. Rekomendasi Pengurangan Jumlah Kendaraan

Berdasarkan rekomendasi berupa pengurangan jumlah kendaraan, dapat diketahui bahwa untuk target pengurangan emisi sebesar 20,6 % atau 2187,37 ton/tahun diperlukan pengurangan jumlah kendaraan pada ketiga segmen yaitu sebesar sebesar 20,6 % atau 2187,37 ton/tahun diperlukan pengurangan jumlah kendaraan total pada ketiga segmen ialah sebesar 62.776 unit/hari atau 18,09 % kendaraan roda 2, 35.552 unit/hari atau 28,68 % kendaraan pribadi roda 4 (bensin), 1439 unit/hari atau sebesar 6,10 % kendaraan pribadi roda 4 (solar), dan 3 unit/hari atau 0,26 % Truk. Dengan menggunakan rekomendasi pengurangan

volume kendaraan, total emisi CO₂ yang dihasilkan ialah 8407,8 ton/tahun atau akan berkurang sebesar 20,6 % dari sisa emisi total yang belum terserap oleh vegetasi eksisting.

Setelah perhitungan pada rekomendasi diatas, dapat disimpulkan bahwa pengurangan emisi setelah rekomendasi penambahan vegetasi dan pengurangan volume kendaraan jika dijumlahkan ialah sebesar 26 %, prosentase tersebut berarti telah sesuai dengan target pengurangan emisi nasional pada tahun 2020, sehingga dapat diketahui bahwa emisi yang masih tersisa setelah kedua jenis rekomendasi tersebut adalah sebesar 7839,46 ton/tahun.

KESIMPULAN

Jejak Transportasi pada Jalan Jaksa Agung Suprpto Kota Malang berupa emisi CO₂ yang dihasilkan dari tiap liter konsumsi bahan bakar kendaraan pada ketiga segmen ialah sebesar 10.728,69 ton CO₂/tahun.

Daya serap total vegetasi pada jalan Jaksa Agung Suprpto sebesar 139.514,56 kg/tahun atau setara dengan 139,51 ton/tahun yang dihasilkan dari total 337 Vegetasi pada ruas jalan tersebut baik vegetasi yang berada pada jalur hijau jalan maupun vegetasi pada median jalan, sebanyak 48 % dari total daya serap tersebut dihasilkan oleh vegetasi pada segmen 2, 34 % dari segmen 3 dan sisanya yaitu 18 % merupakan daya serap vegetasi pada segmen 1.

Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto masih belum dapat menyerap semua emisi yang dihasilkan dari kegiatan transportasi yang ada pada jalan tersebut dikarenakan kemampuan serapan Ruang Terbuka Hijau Jalan Jaksa Agung Suprpto sebesar 171,33 ton/tahun atau hanya 3,6 % dari total emisi CO₂ sebesar 10.728,69 ton CO₂/tahun yang dihasilkan dari kegiatan transportasi pada jalan Jalan Jaksa Agung Suprpto. Besaran emisi CO₂ yang dihasilkan pada tiap segmen jalan jika dibandingkan dengan kemampuan serapan pada tiap segmen jalan masih sangat kecil. Pada

segmen 1 prosentase penyerapan oleh vegetasi hanya sebesar 1,1 %, segmen 2 sebesar 1,6 % dan segmen 3 sebesar 1,2 %. Sisa emisi yang belum terserap oleh ruang terbuka hijau ialah sebesar 96,4 % dari emisi total yaitu sebesar 10.589,18 ton/tahun.

Beberapa rekomendasi yang dapat mengurangi sisa emisi tersebut diantaranya dengan cara pengoptimalan ruang terbuka hijau eksisting melalui penambahan vegetasi berdasarkan daya serap vegetasi dan kebijakan perencanaan ruang terbuka hijau perkotaan serta rekomendasi pengurangan volume kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Weckernagel, M. & Rees, W. E. 1996. *Our Ecological Footprint Reducing Human Impact on Earth*. Canada: New Society Publisher.
- Chi. G. & Stone, B. Jr. 2005. Sustainable Transport Planning: Estimating the Ecological Footprint of Vehicle Travel in The Future. *Journal of Urban Planning and Development*. Vol 131, ASCE,
- Kartika Eka Sari, Christina Meidiana, Ismu Rini Dwi Ari, Mustika Anggraeni. 2014. *Carbon Footprint Tarikan Universitas Brawijaya Malang*. Malang : Universitas Brawijaya
- Andriono. F. 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)
- Permen PU nomor 5 tahun 2008 mengenai Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan
- Soni S. Wirawan, Armansyah H. Tambunan, Djamin M , Nabetani H, Sabdo A Yuwono. 2008. Studi Efek Penggunaan Biodiesel Terhadap Emisi Pada Sektor Transportasi Di Jakarta. *J.Tek.Ling.* 9 (2) : 211-219