

BIOKAPASITAS RUANG TERBUKA HIJAU TARIKAN OBJEK DAYA TARIK WISATA MUSEUM ANGKUT KOTA BATU

Dimas Arya Putra, Kartika Eka Sari, Mustika Anggraeni

Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 -Telp (0341)567886

Email: dimas.arya.putra@gmail.com

ABSTRAK

Museum Angkut merupakan objek daya tarik wisata yang ada di Kota Batu dengan klasifikasi "A" atau merupakan objek daya tarik wisata unggulan. Tarikan pergerakan kendaraan dari objek wisata Museum Angkut berdampak pada peningkatan jumlah kendaraan yang melintas melalui Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas. Penelitian terkait biokapasitas ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut Kota Batu adalah penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi jejak ekologis energi pada pergerakan kegiatan transportasi. Museum Angkut merupakan tarikan pergerakan transportasi yang besar sehingga perlu untuk diidentifikasi jejak ekologis energinya. Analisis yang digunakan dalam penelitian adalah analisis jejak ekologis energi dan analisis kebutuhan ruang terbuka hijau. Variabel yang digunakan dalam penelitian adalah jejak ekologis dan kebutuhan ruang terbuka hijau. Variabel jejak ekologis kemudian diidentifikasi untuk mendapatkan luasan kebutuhan ruang terbuka hijau akibat tarikan pergerakan dari objek wisata Museum Angkut sedangkan variabel kebutuhan ruang terbuka hijau diidentifikasi untuk mendapatkan rekomendasi pengembangan ruang terbuka hijau. Hasil penelitian menyebutkan bahwa jejak ekologis energi yang dihasilkan akibat kegiatan transportasi dari objek wisata Museum Angkut sebesar 3,264 ha. Ruang terbuka hijau eksisting adalah sebesar 4,105 ha. Dengan demikian kebutuhan luasan ruang terbuka hijau dari kegiatan transportasi kendaraan masuk menuju Museum Angkut dapat dipenuhi oleh luasan ruang terbuka hijau eksisting di koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan ruang terbuka hijau yang ada pada kawasan Museum Angkut Kota Batu agar kondisi ini dapat dipertahankan dan bersifat berkelanjutan.

Kata Kunci: jejak-ekologis-energi, biokapasitas, kapasitas-silinder-kendaraan

ABSTRACT

Museum Angkut is a tourism attraction in Batu City with classification "A" or one of the best tourist attraction of the city. The pull movement generated by Museum Angkut from vehicles pulled to the attraction contributed on the increase in the number of vehicles passing through Sultan Agung Street and Abdul Ghani Atas Street. The main purpose of the study identified the ecological footprint of energy generated by the movement from transportation activities. Museum Angkut pulls large transportation movement, so the need to identify the ecological footprint of the energy used by the movement is necessary. The research used ecological footprint of energy and analysis of green open space to be an analysis. The research used ecological footprint and the green open space to be a variabel. The ecological footprint identified variables to get the extents of green open space requirements due to the pull of the movement from the Museum Angkut tourism attraction while the variable of green open space identified for recommendations development of green open space. The result showed that the ecological footprint of energy generated due to the activities of transportation from museum attractions is of 3,264 hectares. Existing green open space is of 4,105 hectares. Thus, the need for green open space areas from activities of transport vehicles into the Museum Angkut can be met by existing extents of green open space in the corridors of Sultan Agung Street dan Abdul Ghani Atas Street. Therefore, the need for the development of green open space in the museum quarter of Batu City so this condition can be maintained and sustained is necessary.

Keywords: ecological-footprint-of-energy, biocapacity, cylinder-capacity-of-vehicle

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masalah yang dapat ditimbulkan dari kegiatan transportasi. Kegiatan transportasi memegang

peran yang sangat penting dalam pencemaran udara dikarenakan sektor terbesar dalam menyumbang emisi ke udara dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan 15% terdiri dari karbon

dioksida (Fardiaz, 2003). Kendaraan bermotor mengeluarkan zat-zat pencemar udara yang dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan, kesejahteraan manusia serta lingkungan hidup. Sumber pencemar ini juga dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan atmosfer yang lebih besar seperti hujan asam, kerusakan ozon dan perubahan iklim. Zat-zat yang dihasilkan dari kendaraan bermotor antara lain CO₂, CO, NO, HC, SO, PM dan Pb. Oleh karena itu sektor transportasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pencemaran udara perkotaan (Suhadi, 2005).

Kegiatan transportasi juga erat kaitannya dengan biokapasitas atau kemampuan daya dukung lingkungan. Biokapasitas adalah kemampuan ekosistem untuk mendukung keanekaragaman hayati, memproduksi energi dan material biologi yang bermanfaat, menyerap dan mendaur ulang sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia termasuk emisi atau pancaran karbon (Golnar *et al*, 2015). Oleh karena itu jika nilai dari biokapasitas lebih kecil dari pada nilai jejak energi yang dihasilkan dari emisi kegiatan transportasi kendaraan bermotor maka dapat dikatakan bahwa lingkungan tidak dapat menyangga tingkat konsumsi dari kegiatan transportasi atau disebut *ecological deficit* (Wackernagel, 1996).

Kota Batu merupakan kota yang berada di Provinsi Jawa Timur Indonesia. Kota Batu merupakan daerah tujuan wisata dengan udaranya yang sejuk karena berada pada ketinggian 680-1200 meter dari permukaan laut serta memiliki keanekaragaman atraksi wisata yang ditawarkan. Berdasarkan data badan pusat statistik Kota Batu didapatkan bahwa kenaikan jumlah wisatawan yang datang menuju Kota Batu selalu bertambah tiap tahunnya. Ini terbukti dengan kunjungan wisatawan sebesar 942.065 pada tahun 2005, 946.764 wisatawan pada tahun 2006 dan 1.112.037 wisatawan pada tahun 2007 (Sukmana, 2008).

Menurut Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010 – 2030 luas eksisting RTH (Ruang Terbuka Hijau) di Kota Batu adalah sebesar 1.777,70 ha atau sebesar 8,9% dan luasan wilayah dari Kota Batu adalah 19.908,7 ha. Luasan ruang terbuka hijau yang ada di Kota Batu belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Undang - Undang No. 26 Tahun 2007 yaitu proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah perkotaan adalah sebesar 30% dari luas wilayah yang terdiri dari 20% ruang terbuka hijau

publik dan 10% terdiri dari ruang terbuka hijau privat. Oleh karena luasan ruang terbuka yang kurang dari 30% maka direncanakan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010 – 2030 adanya pengembangan luasan ruang terbuka hijau privat seluas 10% dari luas wilayah Kota Batu yaitu 19.908,7 ha dan ruang terbuka hijau publik seluas 20% dari luas Kota Batu yaitu 3.981,74 ha sehingga dapat mencapai luasan 5.972,62 ha.

Objek wisata Museum Angkut merupakan objek wisata yang berada pada Jalan Sultan Agung No. 2, Kota Batu. Objek wisata Museum Angkut merupakan objek daya tarik wisata dengan klasifikasi A atau merupakan objek daya tarik wisata unggulan (Rencana Induk Pengembangan Pariwisata Kota Batu Tahun 2014 – 2029). Objek wisata Museum Angkut merupakan objek wisata yang memiliki tarikan wisatawan yang besar. Hal ini dapat ditunjukkan dengan jumlah wisatawan yang mengunjungi Museum Angkut sebanyak 1700 wisatawan tiap harinya (Studio Perencanaan Transportasi Moda Bus, 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran mengenai jejak ekologis yang bersumber dari kegiatan transportasi pada jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas yang menjadi inlet atau rute masuk menuju objek wisata Museum Angkut sehingga akan diketahui kemampuan lahan hijau yang dibutuhkan untuk mendukung kegiatan transportasi tersebut. Jejak ekologis merupakan metode untuk membandingkan konsumsi dengan gaya hidup dan membandingkannya dengan kemampuan alam untuk menyediakan kebutuhan dari konsumsi tersebut (Wackernagel, 1996).

Jalan Sultan Agung merupakan ruas jalan di Kota Batu dengan kelas kolektor primer dan jalan Abdul Ghani Atas dengan kelas lokal sekunder. Pada Jalan Sultan Agung terdapat ruang terbuka hijau berupa median jalan yang menjadi taman kota yaitu taman kota jalan Sultan Agung dan hutan kota Bondas (Rencana Induk Ruang Terbuka Hijau Kota Batu Tahun 2012-2032). Ruang terbuka hijau yang ada pada jalan Sultan Agung memiliki potensi untuk mendukung kegiatan transportasi pada jalan tersebut dengan cara menyerap emisi CO₂ hasil dari kegiatan transportasi. Oleh karena itu untuk tetap menjaga keseimbangan lingkungan dan kualitas udara akibat kegiatan transportasi khususnya kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut, diperlukan pengukuran jejak karbon yang bersumber dari kegiatan

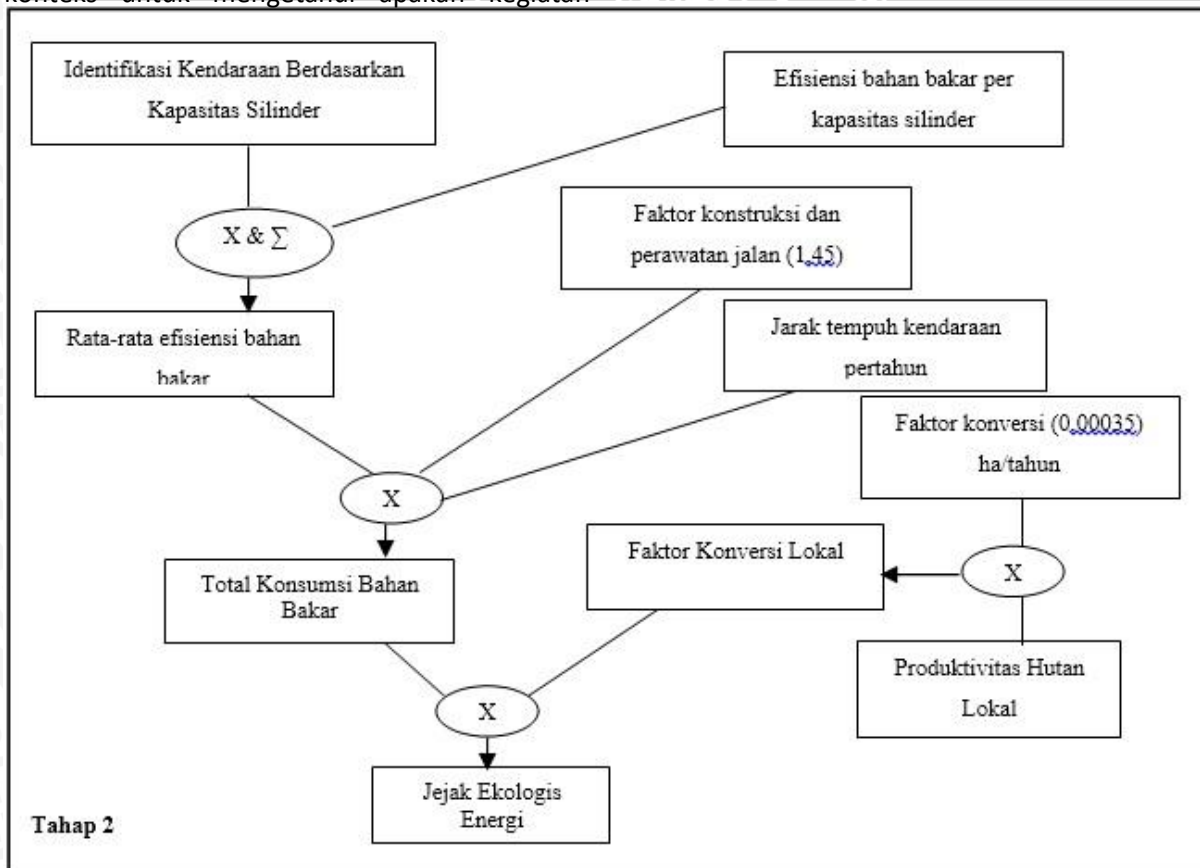
transportasi pada kedua ruas jalan yang menjadi rute masuk menuju Museum Angkut yaitu jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas yang kemudian akan dibandingkan kemampuan ruang terbuka hijau yang ada pada kedua ruas jalan dalam menyerap emisi yang dihasilkan dari kegiatan transportasi sehingga dapat diketahui kebutuhan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ hasil dari kegiatan transportasi kendaraan yang menuju Museum Angkut Kota Batu.

METODE PENELITIAN

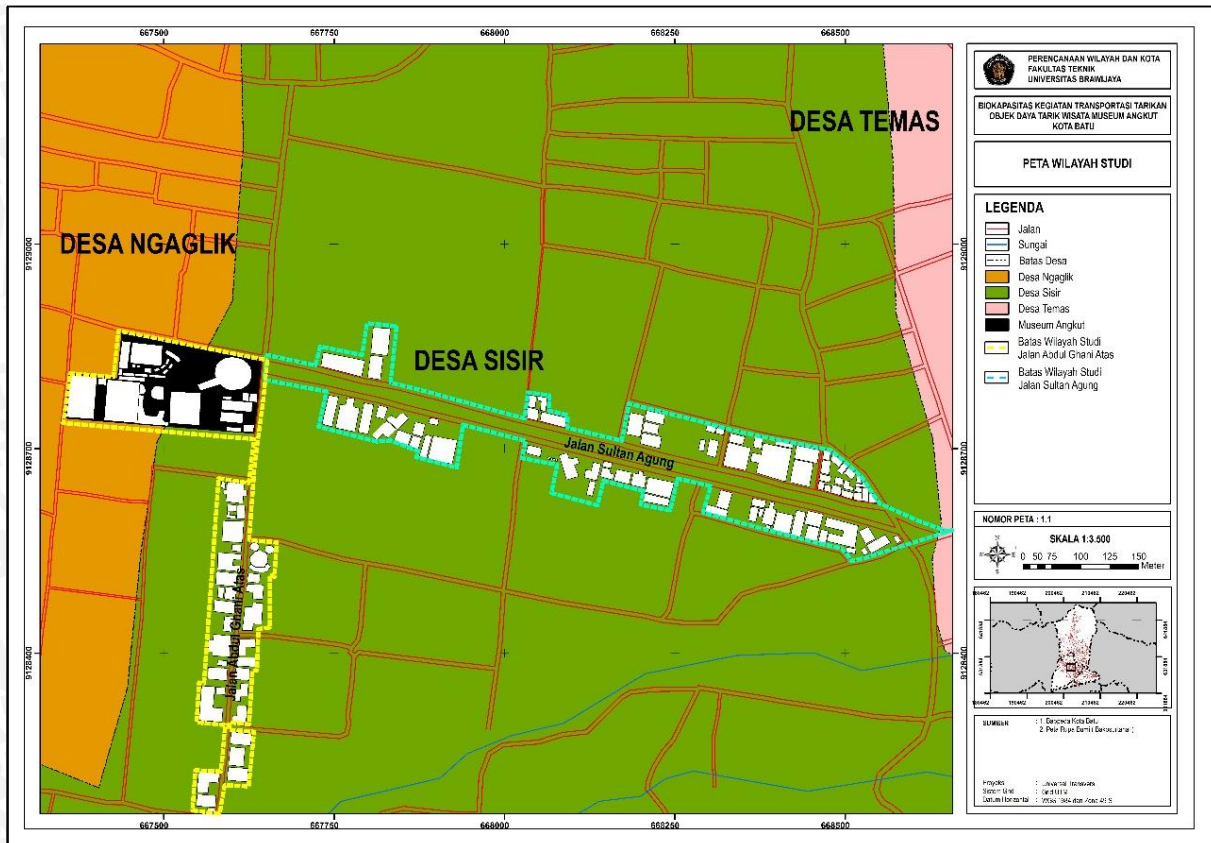
Analisis yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut adalah metode jejak ekologis transportasi. Jejak ekologis adalah alat bantu untuk dapat kita pergunakan dalam mengukur penggunaan sumberdaya dan kemampuan menampung limbah dari populasi manusia dihubungkan dengan kemampuan lahan, biasanya dinyatakan dalam ha. Jejak ekologis dapat digunakan sebagai ukuran prestasi kita dalam mendukung keberlanjutan bumi ini, dan menjadi indikator terbaik dan efisien dalam mendukung keberlanjutan kehidupan. Alat ukur ini menjadi penting dalam konteks untuk mengetahui apakah kegiatan

konsumsi yang kita lakukan masih dalam batas daya dukung lingkungan ataukah sudah melewatinya, dengan kata lain masih dalam surplus ataukah sudah dalam defisit (penurunan kualitas) ekologi (Rees, 1994). Jejak ekologis adalah analisis nilai kebutuhan manusia dalam ekosistem yang membandingkan kebutuhan manusia dengan kemampuan sumber daya serap yang merepresentasikan jumlah lahan produktif untuk menyerap limbah yang dikonsumsi manusia dalam suatu kota atau wilayah yang ditempatinya (Wiedmann, 2008).

Menurut Wackernagel (1996), jejak ekologis adalah suatu sistem pengukuran terhadap beban yang diberikan oleh populasi tertentu kepada alam. Jejak ekologis transportasi mereduksi salah satu komponen dari jejak ekologis secara umum yaitu *carbon uptake land* yang menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar fosil untuk menghitung kebutuhan lahan dalam menyerap emisi CO₂. Emisi tersebut akan dikonversi ke dalam luasan lahan hijau (ha) melalui tiga tahap (Chi dan Brian, 2005). Berikut merupakan **Gambar 1** yaitu merupakan skema perhitungan jejak ekologis energi (Chi dan Brian, 2005) yang akan digunakan dalam menentukan nilai biokapasitas dari kendaraan bermotor yang masuk menuju Museum Angkut Kota Batu.



Gambar 1. Skema Perhitungan Jejak Ekologis Energi



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Tahap kedua adalah perhitungan jejak ekologis energi dengan mengalikan total jarak tempuh kendaraan bermotor (km) per tahun dengan jumlah konsumsi bahan bakar (liter/km) dan faktor konversi yang digunakan untuk menghitung luasan lahan hijau total yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ yaitu ekuivalen dengan 45% dari jumlah total bahan bakar yang dikonsumsi yang setara dengan 1,45 atau sebesar 0,00045675 ha/lit/tahun (Chi dan Brian, 2005). Jadi besaran dari faktor konversi yang digunakan untuk mencari luasan kebutuhan ruang terbuka hijau dari kegiatan transportasi kendaraan bermotor adalah sebesar 0,00045675 ha/lit/tahun. Pada penelitian ini tahap kedua yang dipakai dalam menentukan kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut. Tahap kedua yang dimaksud adalah tahapan menghitung nilai dari jejak ekologis energi saja. Setelah nilai jejak ekologis energi diketahui kemudian akan dibandingkan dengan kondisi ruang terbuka hijau yang ada. Oleh karena itu dilakukan perhitungan ruang terbuka hijau untuk mengetahui kebutuhan luasan ruang terbuka hijau dengan membandingkan ruang terbuka hijau eksisting dan ruang terbuka hijau hasil jejak ekologis energi tarikan objek wisata Museum Angkut.

Gambar 2 merupakan peta dari lokasi wilayah studi penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Jejak Ekologis Energi

Analisis jejak ekologis energi merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui total konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Total konsumsi bahan bakar tersebut nantinya akan dikonversikan untuk mengetahui luasan lahan hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor yang masuk menuju objek wisata Museum Angkut Kota Batu. Perhitungan jejak ekologis energi diperoleh dengan mengalikan total jarak yang ditempuh kendaraan per tahun (km/tahun) dengan jumlah konsumsi bahan bakar (liter/km) dan faktor konversi (ha) yang digunakan untuk menghitung luasan lahan hijau total untuk menyerap emisi CO₂ dari satu liter penggunaan bahan bakar fosil dan memperhitungkan penggunaan energi dalam melakukan konstruksi dan perawatan jaringan jalan. Hasil dari jejak ekologis energi ini akan menjadi input untuk analisis selanjutnya yaitu analisis kebutuhan ruang terbuka hijau. Pada penelitian ini nilai dari faktor konstruksi dan perawatan jalan dianggap

satu karena hanya fokus pada emisi CO₂. Berikut merupakan **(persamaan 1)** dalam menghitung nilai dari jejak ekologis energi.

$$JEE = \Sigma C \times c \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

JEE = jejak ekologis energi (ha/tahun)

ΣC = total konsumsi bahan bakar kendaraan (lt/tahun)

c = faktor konversi lokal (ha/lt/tahun)

Jarak yang Ditempuh Kendaraan

Jarak yang ditempuh kendaraan adalah salah satu hal penting untuk menentukan nilai dari jejak ekologis energi. Jarak yang ditempuh kendaraan dapat diketahui dengan jumlah lalu lintas harian rata-rata selama 9 jam dikalikan dengan panjang jalan. Kemudian untuk memperoleh jarak yang ditempuh kendaraan tahunan maka dikalikan dengan jumlah hari dalam satu tahun (365 hari). Berikut merupakan **(persamaan 2)** untuk menentukan nilai dari jarak tempuh kendaraan per tahun.

$$S = L \times P \times 365 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

S = jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun (km/tahun)

L = panjang jalan (meter)

P = jumlah kendaraan (unit)

Tabel 1 merupakan tabel perhitungan jarak yang ditempuh kendaraan dalam satu tahun. Berdasarkan **Tabel 1** dapat diketahui bahwa nilai jarak tempuh kendaraan bermotor yang masuk menuju Museum Angkut Kota Batu paling besar adalah pada koridor jalan Sultan Agung yaitu sebesar 70.029,407 km/tahun. Sedangkan nilai jarak tempuh kendaraan paling kecil adalah pada jalan Abdul Ghani Atas yaitu sebesar 10.230,369 km/tahun. Hal ini terjadi karena kendaraan masuk lebih banyak dan panjang jalan lebih besar. Semakin besar volume kendaraan yang masuk akan semakin besar pula nilai dari jarak tempuh oleh kendaraannya.

Rata-Rata Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan dalam satu tahun perjalanan kendaraan adalah produk dari total jarak tempuh kendaraan dalam satu tahun (km/tahun) dan konsumsi bahan bakar per kilometer perjalanan (liter/km). Berikut merupakan **(persamaan 3)** untuk menghitung rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan.

$$X_{ef} = \Sigma e_{fi} / N_i \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

X_{ef} = rata-rata efisiensi bahan bakar (lt/km)

Σe_{fi} = jumlah efisiensi bahan bakar kendaraan (lt/km)

N_i = jumlah jenis kapasitas silinder kendaraan

Dari hasil rata-rata efisiensi konsumsi bahan bakar ini akan dilanjutkan dengan faktor konversi untuk menentukan kebutuhan luasan ruang terbuka hijau dalam satuan ha. Berikut merupakan **Tabel 2** yaitu tabel konsumsi energi spesifik tiap jenis kendaraan.

Tabel 2. Konsumsi Energi Spesifik Kendaraan

Jenis Kendaraan		Konsumsi Energi Spesifik (km/lt)	
Sepeda Motor		Bensin	37,59
Mobil Pribadi		Bensin	8,48
		Solar	8,8
Penumpang Umum		Bensin	9,19
		Solar	16
Bus	Bus Kecil	Bensin	8,81
	Bus Sedang	Solar	8,45
	Bus Besar	Solar	5,92
Truk		Bensin	12,33
		Solar	9,4
		Solar	6,6
		Solar	6,32

Sumber: Wirawan, 2008

Berdasarkan **Tabel 2** dapat dilihat bahwa pada penelitian Wirawan, 2008 terdapat nilai yang akan dipergunakan dalam menentukan nilai dari efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan pada penelitian ini. Nilai rata-rata efisiensi konsumsi bahan bakar akan menjadi input untuk menghitung nilai total konsumsi bahan bakar. Berikut merupakan **Tabel 3** yaitu tabel rata-rata efisiensi bahan bakar kendaraan setelah dianalisis dan diklasifikasikan tiap jenis kapasitas silindernya.

Tabel 3. Rata-Rata Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Rata-Rata Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar (liter/km)
1	Roda 2 (bensin)	0,03
2	Roda 4 (bensin)	0,12
3	Roda 4 (solar)	0,11
4	Truk (solar)	0,16
5	Bus (solar)	0,17

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dilihat bahwa terdapat hasil analisis rata-rata dari efisiensi bahan bakar tiap jenis kendaraan dan diperoleh rata-rata efisiensi bahan bakar untuk jenis kendaraan roda 2 dengan bahan bakar bensin adalah sebesar 0,03, kendaraan roda 4 dengan bahan bakar bensin adalah sebesar 0,12, kendaraan roda 4 dengan bahan bakar solar adalah sebesar 0,11, kendaraan truk dengan bahan bakar solar adalah sebesar 0,16 dan kendaraan bus dengan bahan bakar solar adalah sebesar 0,17. Bus memiliki nilai rata-rata efisiensi kendaraan paling besar yaitu 0,17.

Tabel 1. Perhitungan Jarak yang Ditempuh Kendaraan

No	Nama Jalan	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Masuk	Panjang Jalan (km)	Jarak yang ditempuh kendaraan (km/tahun)
1	Sultan Agung	Roda 2 (bensin)	927	0,0945	31.978,956
		Roda 4 (bensin)	774		26.700,868
		Roda 4 (solar)	158		5.450,565
		Truk (solar)	18		620,950
		Bus (solar)	151		5.278,078
Total					70.029,407
2	Abdul Ghani Atas	Roda 2 (bensin)	378	0,0468	6.455,892
		Roda 4 (bensin)	144		2.459,388
		Roda 4 (solar)	45		768,559
		Truk (solar)	9		153,712
		Bus (solar)	23		392,819
Total					10.230,369

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Tabel 4. Perhitungan Jejak Ekologis Energi

No	Nama Jalan	Jenis Kendaraan	Jarak yang Ditempuh Kendaraan (km)	Rata-Rata Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar (lt/km)	Faktor Konversi (ha/lt/tahun)	Jejak Ekologis Energi (ha)
1	Sultan Agung	Roda 2 (bensin)	31.978,956	0,03	0,00045675	0,570
		Roda 4 (bensin)	26.700,868	0,12		1,573
		Roda 4 (solar)	5.450,565	0,11		0,296
		Truk (solar)	620,950	0,16		0,048
		Bus (solar)	5.278,078	0,17		0,423
Total						2,919
2	Abdul Ghani Atas	Roda 2 (bensin)	6.455,892	0,03	0,00045675	0,1115
		Roda 4 (bensin)	2.459,388	0,12		0,145
		Roda 4 (solar)	768,559	0,11		0,042
		Truk (solar)	153,712	0,16		0,012
		Bus (solar)	392,819	0,17		0,032
Total						0,346
Total Jejak Ekologis Energi						3,264

Sumber : Hasil Analisis, 2016

Faktor Konversi

Faktor konversi digunakan untuk menghitung luasan lahan hijau total yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ yaitu ekuivalen dengan 45% dari jumlah total bahan bakar yang dikonsumsi yang setara dengan 1,45 atau sebesar 0,00045675 ha/lt/tahun (Chi dan Brian, 2005).

Berdasarkan perhitungan jejak ekologis energi pada **Tabel 4** dapat diketahui bahwa nilai jejak ekologis energi paling besar terdapat pada Jalan Sultan Agung dengan jumlah sebesar 2,919 ha. Ini dapat diartikan bahwa luasan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ dari pemakaian bahan bakar oleh kendaraan bermotor yang melalui jalan ini adalah sebesar 2,919 ha. Sedangkan nilai jejak ekologis energi paling kecil terdapat pada Jalan Abdul Ghani Atas dengan jumlah sebesar 0,346 ha. Ini juga dapat diartikan bahwa luasan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ dari pemakaian bahan bakar oleh kendaraan pada jalan ini sebesar 0,346 ha.

Hal ini terkait dengan jumlah kendaraan yang masuk dari koridor Jalan Sultan Agung dan panjang jalan yang ditempuh oleh kendaraan bermotor paling panjang dari pada Jalan Abdul

Ghani Atas. Nilai jejak ekologis energi dari Jalan Abdul Ghani Atas merupakan yang paling sedikit yaitu sebesar 0,346 ha. Hal ini dikarenakan panjang jalan yang ditempuh oleh kendaraan bermotor terbilang pendek bila dibandingkan dengan Jalan Sultan Agung. Nilai dari biokapasitas atau luasan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ dari kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut Kota Batu nantinya akan dibandingkan dengan luasan ruang terbuka hijau publik eksisting dan luasan ruang terbuka hijau privat eksisting yang ada di koridor Jalan Sultan Agung dan koridor Jalan Abdul Ghani Atas yang menjadi akses menuju Museum Angkut.

Berdasarkan **Tabel 4** yaitu tabel perhitungan jejak ekologis energi dapat diketahui bahwa luas kebutuhan ruang terbuka hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut adalah sebesar 3,264 ha. Untuk mengetahui kesesuaian kebutuhan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut dengan luasan ruang terbuka hijau eksisting yang ada, maka akan dilakukan analisis selanjutnya yaitu analisis kebutuhan ruang terbuka hijau.

B. Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau

Pada umumnya perpaduan dari zat polusi berskala global akan tetapi dalam penelitian ini hanya mengidentifikasi perpaduan zat polusi tersebut dalam skala lokal. Sifat dari CO₂ yang tidak berkumpul di suatu tempat karena wujudnya berupa gas membuat CO₂ tersebut lepas ke udara dan bergerak ke atmosfer dengan bantuan kecepatan angin. Emisi CO₂ tidak berhenti pada satu titik atau hanya berkumpul pada koridor jalan yang dilalui oleh kendaraan udara. Oleh karena itu luas lahan hijau yang dibutuhkan untuk menyerap emisi CO₂ tidak hanya terpusat pada satu titik tempat tetapi secara menyeluruh di sekitar koridor jalan agar tidak ada beban emisi CO₂ di wilayah-wilayah tertentu.

Kebutuhan lahan hijau untuk menyerap emisi CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan wisatawan yang berkunjung ke Museum Angkut ini sudah mencapai 3,264 ha dan sudah melebihi dari total luas lahan hijau publik yang ada pada koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas. Oleh karena itu akan dilakukan perhitungan untuk ruang terbuka hijau privat.

Berdasarkan **Tabel 5** dapat diketahui bahwa perbandingan antara ruang terbuka hijau eksisting pada Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas dengan jejak ekologis kendaraan bermotor adalah sebesar 61,27 %. Perbandingan antara ruang terbuka hijau eksisting Kecamatan Batu dengan jejak ekologis kendaraan bermotor adalah sebesar 90,69 %. Untuk perbandingan antara ruang terbuka hijau eksisting Kota Batu dengan jejak ekologis kendaraan bermotor adalah sebesar 4.411,76 %. Jadi ruang terbuka hijau eksisting Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas masih belum dapat memenuhi luasan kebutuhan ruang terbuka hijau yang seharusnya menurut perhitungan jejak ekologis kendaraan bermotor.

Tabel 5. Perbandingan Jejak Ekologis Energi Kendaraan Bermotor Tarikan Objek Wisata Museum Angkut dengan Ruang Terbuka Hijau Eksisting

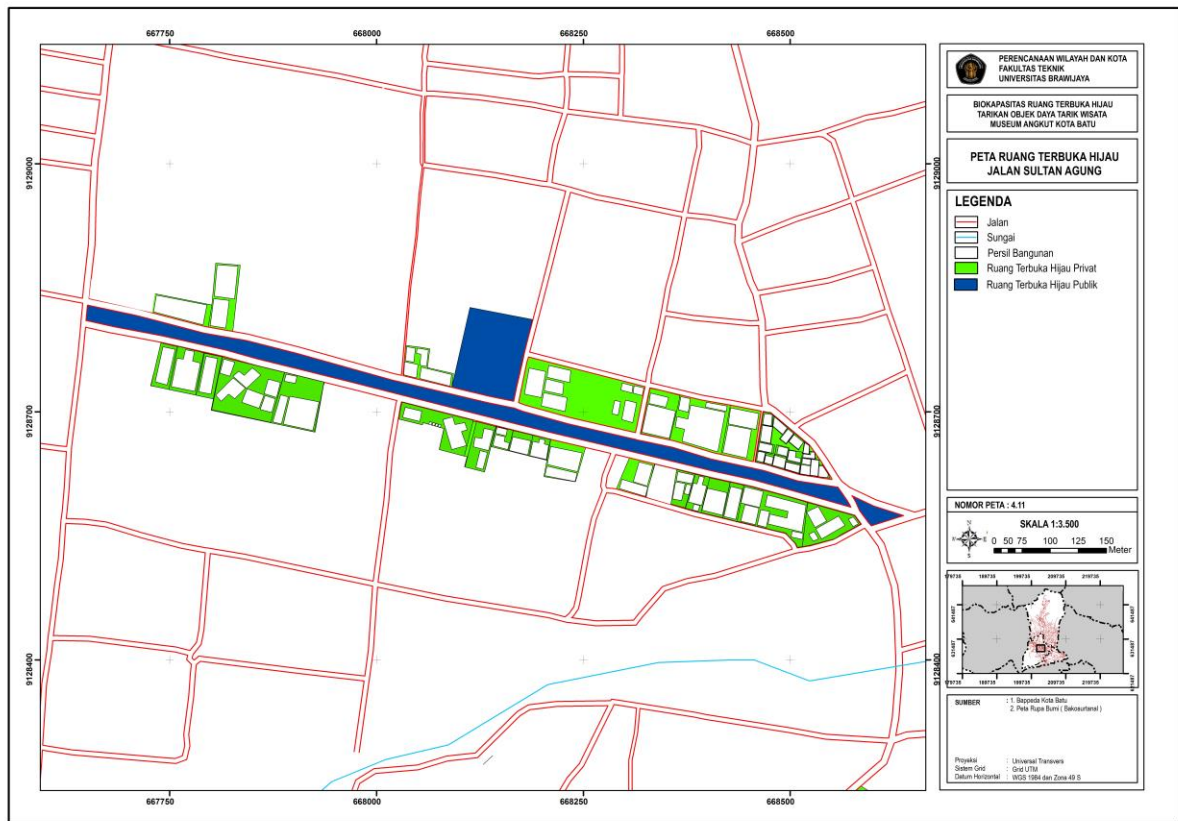
No	Keterangan	Luas (ha)	Perbandingan dengan Jejak Ekologis Kendaraan Bermotor
1	Jejak Ekologis Energi Kendaraan Bermotor	3,264	-
2	Ruang Terbuka Hijau Eksisting Jalan Sultan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas	2	61,27%
3	Ruang Terbuka Hijau Eksisting Kecamatan Batu	2,16	90,69%
4	Ruang Terbuka Hijau Eksisting Kota Batu	144	4.411,76%

Sumber : Hasil Analisis, 2016

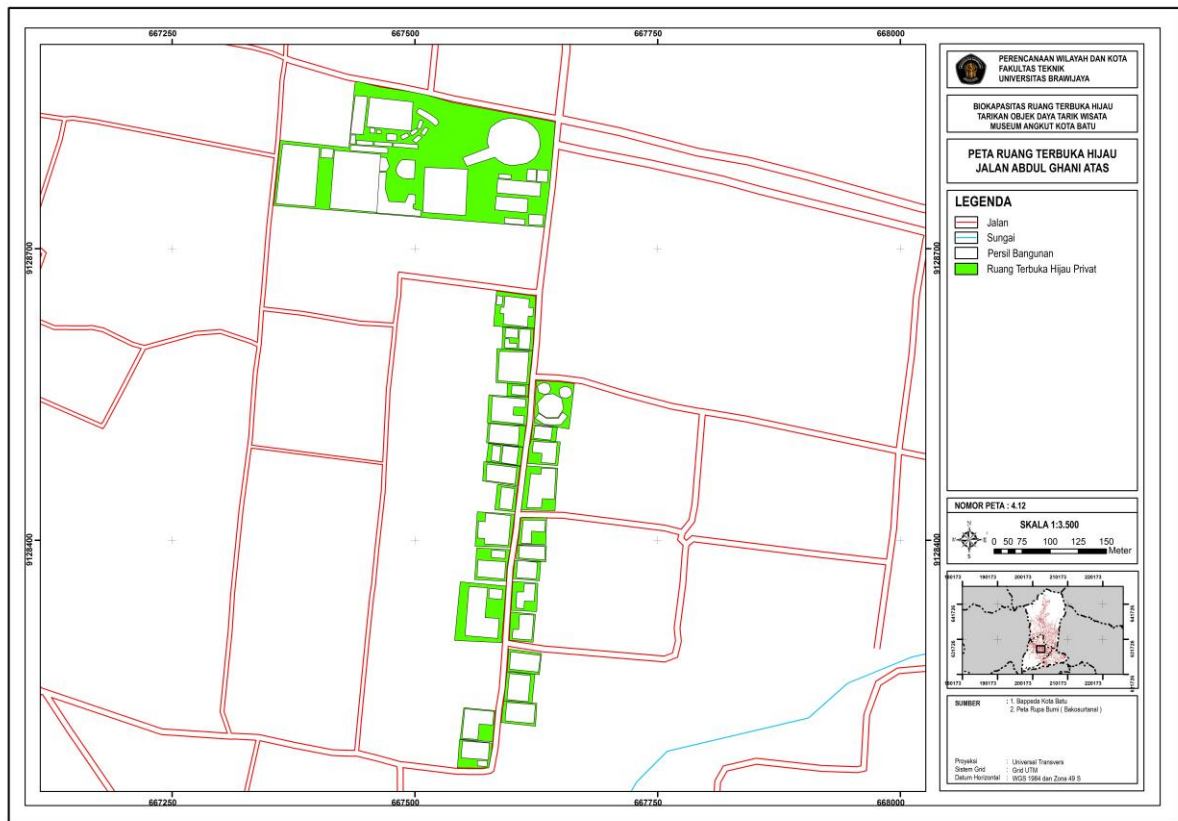
Jika dihubungkan dengan *sustainability*, Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas masih bersifat *ecological deficit* karena luas ruang terbuka hijau yang ada lebih sedikit dibandingkan nilai jejak ekologis. Untuk ruang terbuka hijau eksisting Kecamatan Batu masih belum dapat mencukupi kebutuhan ruang terbuka hijau dan untuk cakupan Kota Batu sudah mencukupi kebutuhan ruang terbuka hijau. Perhitungan ini merupakan perbandingan antara kebutuhan luasan ruang terbuka hijau kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut dengan luasan ruang terbuka hijau publik eksisting yang ada di koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas.

Jika dihitung hanya menggunakan luasan ruang terbuka hijau publik eksisting dengan kebutuhan luasan ruang terbuka hijau kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut, kebutuhan ruang terbuka hijau belum bisa dicukupi kebutuhannya. Oleh karena itu ruang terbuka hijau privat menjadi perhitungan yang penting dalam menentukan biokapasitas.

Berdasarkan **Gambar 3** dapat dilihat bahwa terdapat bangunan-bangunan yang ada di koridor Jalan Sultan Agung yang akan dihitung luas koefisien daerah hijaunya. Setelah dilakukan perhitungan koefisien daerah hijau (KDH) maka didapatkan luas dari ruang terbuka hijau privat di koridor Jalan Sultan Agung adalah sebesar 1,125 ha. Setelah dilakukan perhitungan koefisien daerah hijau (KDH) pada koridor Jalan Sultan Agung selanjutnya akan dilakukan perhitungan koefisien daerah hijau (KDH) pada koridor Jalan Abdul Ghani Atas. Peta biokapasitas ruang terbuka hijau di koridor Jalan Abdul Ghani Atas dapat dilihat pada **Gambar 4**. Setelah dilakukan perhitungan koefisien daerah hijau pada masing-masing bangunan yang ada pada koridor Jalan Abdul Ghani Atas maka didapatkan hasil bahwa luas dari ruang terbuka hijau privat yang ada adalah sebesar 0,980 ha.



Gambar 3. Peta Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau di Koridor Jalan Sultan Agung



Gambar 4. Peta Biokapasitas Ruang Terbuka Hijau di Koridor Jalan Abdul Ghani Atas

Kebutuhan ruang terbuka hijau dari kegiatan transportasi tarikan objek wisata Museum Angkut adalah sebesar 3,264 ha. Sedangkan luas dari ruang terbuka hijau

eksisting yang ada di koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas adalah sebesar 4,105 ha dengan rincian 2 ha untuk luas ruang terbuka hijau publik dan 2,105 ha untuk luas ruang

terbuka hijau privat. Jika dilakukan perbandingan maka luas ruang terbuka eksisting yang ada di koridor Jalan Sultan Agung dan Jalan Abdul Ghani Atas masih mampu untuk mencukupi kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut. Oleh karena itu perlu dijaga kondisi yang seperti ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis jejak ekologis energi yang telah dilakukan sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa total jejak ekologis energi tarikan objek wisata Museum Angkut adalah sebesar 3,264 ha. Jejak ekologis energi diperoleh dari perkalian total jarak yang ditempuh oleh kendaraan (km/tahun) dengan jumlah konsumsi bahan bakar (liter/tahun) dan faktor konversi yang digunakan untuk menghitung luasan lahan hijau total untuk menyerap emisi CO₂ dari satu liter penggunaan bahan bakar fosil dan memperhitungkan penggunaan energi dalam melakukan konstruksi serta prawatan jalan. Berdasarkan analisis jejak ekologis energi diketahui bahwa nilai jejak ekologis energi Jalan Sultan Agung adalah 2,919 ha dan jejak ekologis energi Jalan Abdul Ghani Atas adalah 0,346 ha. Jalan Sultan Agung memiliki jejak ekologis energi yang besar dikarenakan volume tarikan transportasi dari jalan ini menuju Museum Angkut sangat padat dan panjang jalan yang ditempuh oleh kendaraan paling panjang atau 945,13 meter.

Kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut Kota Batu adalah sebesar 3,264 ha. Ini merupakan hasil perhitungan dari analisis jejak ekologis energi yang telah analisis sebelumnya. Sedangkan luasan ruang terbuka hijau publik eksisting dan luasan ruang terbuka hijau privat eksisting akan dihitung untuk menilai bahwa kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut sudah tercukupi atau belum tercukupi. Luas dari ruang terbuka hijau eksisting publik adalah 2 ha dengan rincian 1,2 ha untuk luas taman kota jalan Sultan Agung dan 0,8 ha untuk luas hutan kota bondas. Sedangkan luas dari ruang terbuka hijau privat adalah 2,105 ha dengan rincian 1,125 ha untuk luas ruang terbuka hijau privat di koridor jalan Sultan Agung dan 0,980 ha untuk luas ruang terbuka hijau privat di koridor jalan Abdul Ghani Atas. Kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut adalah sebesar

3,264 ha. Sedangkan luas eksisting ruang terbuka hijau yang ada di koridor jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas adalah sebesar 4,105 ha. Jadi kebutuhan luasan ruang terbuka hijau tarikan objek wisata Museum Angkut masih bisa dipenuhi oleh luas ruang terbuka eksisting yang ada di koridor jalan Sultan Agung dan jalan Abdul Ghani Atas. Jadi nilai dari biokapasitas dari kegiatan transportasi yang masuk menuju objek wisata Museum Angkut Kota Batu adalah sebesar 3,264 ha.

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan ruang terbuka hijau dari kegiatan transportasi yang menuju objek wisata Museum Angkut dan nilai biokapasitas yang ada untuk menopang kegiatan transportasi tersebut didapatkan hasil bahwa nilai biokapasitasnya lebih besar bila dibandingkan dengan nilai kebutuhan ruang terbuka hijau. Nilai biokapasitas adalah sebesar 4,105 ha ini akan digunakan sebagai input dalam menambah luasan ruang terbuka hijau yang ada di Kota Batu dalam memenuhi kebutuhan ruang terbuka hijau yang sebesar 30% dari luas wilayahnya. Luas ruang terbuka hijau yang ada di Kota Batu menurut RTRW Kota Batu Tahun 2010-2030 adalah sebesar 1.777,70 ha. Jika hasil perhitungan dijumlahkan dengan ruang terbuka hijau yang ada maka luas ruang terbuka hijau di Kota Batu adalah sebesar 1.781.005 ha. Jika dikalkulasikan dalam persen, nilai biokapasitas yang telah dihitung memberikan sumbangan sebesar 0,02% dari semula 8,92% menjadi 8,94 % untuk luasan ruang terbuka hijau di Kota Batu.

Rekomendasi pengoptimalan koefisien daerah hijau pada ruang terbuka hijau privat juga menjadi kunci dalam pengoptimalan luasan ruang terbuka hijau yang ada. Kesuaian luasan ruang terbuka hijau privat pada setiap bangunan yang ada pada koridor Jalan Sultan Agung dan koridor Jalan Abdul Ghani Atas akan membantu pemerintah juga dalam melakukan pengembangan luasan ruang terbuka hijau nantinya. Adapun acuan yang bisa dipakai dalam melakukan pengoptimalan ruang terbuka hijau privat ini adalah berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Batu tahun 2010 – 2030 dan Laporan Rencana Garis Sempadan Bangunan di Kecamatan Batu tahun 2014 yang menyebutkan cara mengelola ruang terbuka hijau privatnya.

Berdasarkan perhitungan jejak ekologis energi dan kebutuhan ruang terbuka hijau pada kegiatan transportasi akibat tarikan objek wisata Museum Angkut, maka peneliti dapat

memberikan saran untuk pengembangan ruang terbuka hijau kepada akademisi dan pemerintah.

a. Akademisi

1. Pada penelitian ini nilai biokapasitas didapatkan hanya menggunakan analisis jejak ekologis energi pada Museum Angkut. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan analisis yang sama akan tetapi dengan cakupan wilayah studi yang lebih besar.
2. Penelitian ini juga hanya menggunakan jejak ekologis energi sebagai analisis untuk menghitung kebutuhan luasan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi CO₂ dari kendaraan bermotor yang masuk Museum Angkut. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan analisis jejak ekologis fisik dan analisis jejak ekologis transportasi untuk mengkaji lebih detail terkait kebutuhan luasan ruang terbuka hijau.
3. Pada penelitian ini juga tidak dilakukan perhitungan terhadap besaran emisi yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor yang masuk menuju Museum Angkut Kota Batu. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan tahapan jejak ekologis energi yang sama akan tetapi pada tahap konsumsi bahan bakar akan dikalikan dengan faktor emisi dalam menentukan besaran emisi CO₂ bukan dengan faktor konversi lokal.
4. Pada penelitian ini dalam menent menentukan jumlah kendaraan yang masuk menuju Museum Angkut dilakukan pengamatan dan perhitungan selama jam operasioanal Museum Angkut yaitu pukul 11.00 - 20.00 WIB tanpa menggunakan model tarikan dari objek wisata Museum Angkut. Pada penelitian selanjutnya bisa menggunakan model tarikan tersebut dalam menentukan jumlah kendaraan yang ada.
5. Kajian mengenai kebutuhan luasan ruang terbuka hijau pada penelitian ini hanya fokus pada penentuan luasan ruang terbuka hijau saja. Untuk selanjutnya bisa menambahkan kajian mengenai kebutuhan jenis vegetasi berdasarkan daya serap terhadap emisi CO₂.

b. Pemerintah

1. Melakukan optimalisasi ruang terbuka hijau dengan melakukan kontrol yang teratur agar ruang terbuka hijau yang ada akan selalu optimal dalam melakukan penyerapan emisi CO₂ di udara.
2. Membuat kebijakan terkait ruang terbuka hijau privat untuk mencukupi kebutuhan ruang terbuka hijau sesuai dalam Rencana

Tata Ruang Wilayah Kota Batu Tahun 2010-2030 untuk melakukan penambahan ruang terbuka hijau hingga 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Fardiaz. 2003. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Karisius.
- Golnar Zokai, Mathis Wackernagel, Katsunori Iha, Ronna Kelly, Jason Ortego. 2015. *The Foorprint and Biocapacity Accounting. Journal of Urban Planning and Development*. Oakland. USA
- Oman Sukmana. 2008. *Model Pengembangan Lingkungan Kota Ekowisata Wilayah Kota Batu. Tesis*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- 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*. Jurnal Tek.Ling. 9 (2): 211-219
- Suhadi, Dollaris Riauaty. 2005. *Vehicle quality sector, Urban Air Quality Improvement Sector Development Program (UAQ-i)*. *Journal of Urban Planning*. Asian Development Bank.
- Rees, W.E. and M. Wackernagel. 1994. *Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy*. Chapter 20 in A-M. Jansson, M. Hammer, C. Folke, and R. Costanza (eds), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Island Press, Washington, DC
- Weckernagel, M. & Rees, W. E. 1996. *Our Ecological Footprint Reducing Human Impact on Earth*. *Journal of Urban Planning and Development*. Canada. New Society Publisher.
- Wiedmann T, Minx J. 2008. *A definition of Carbon Footprint Ecological Economics Research Trends*. Capter 1, pp 1-11. Nova Science Publishers. Hauppauge, NY, USA.