



**KEMAMPUAN RUANG TERBUKA HIJAU DALAM MENYERAP EMISI CO<sub>2</sub>  
KENDARAAN BERMOTOR BERDASARKAN KEMAMPUAN SERAPAN CO<sub>2</sub>  
PADA TANAMAN (STUDI KASUS: KAMPUS UNIVERSITAS DIPONEGORO,  
TEMBALANG)**

**Ellen Putri Edita<sup>\*)</sup> Irawan Wisnu Wardhana<sup>\*\*)</sup> Endro Sutrisno<sup>\*\*)</sup>**

Program Studi S1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudharto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email : ellenputriedita@yahoo.com

**Abstrak**

*CO<sub>2</sub> dikategorikan sebagai gas rumah kaca dan memiliki potensi yang besar terhadap terjadinya efek rumah kaca. Sebagai salah satu sumber emisi CO<sub>2</sub>, transportasi memegang peranan penting atas fenomena ini. Berdasarkan International Transport Forum (2010), sekitar 87% dari transportasi di Indonesia didominasi oleh transportasi dari jalan raya. Ruang Terbuka Hijau (RTH) dianggap menjadi salah satu cara yang efektif untuk dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari sumber ini. Dengan jumlah populasi yang banyak, kampus Universitas Diponegoro, Tembalang menyumbangkan 739,7377 ton emisi CO<sub>2</sub> setiap tahunnya. Nilai emisi ini dapat direduksi dari keberadaan tanaman-tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub>. Setelah dilakukan perhitungan, total serapan CO<sub>2</sub> dari tanaman di kawasan RTH kampus Universitas Diponegoro, Semarang adalah sebesar 7562,989 ton/tahun. Hasil ini perlu dievaluasi lebih lanjut menggunakan simulasi dari RTH untuk memastikan bahwa setiap emisi yang ada di setiap ruas jalan utama kampus Universitas Diponegoro Tembalang dapat terserap.*

**Kata kunci:** CO<sub>2</sub>, efek rumah kaca, transportasi jalan raya, ruang terbuka hijau, serapan CO<sub>2</sub>

**Abstract**

*[The Ability of Urban Green Space to Absorb CO<sub>2</sub> Emission from Road Transportation Based On The CO<sub>2</sub> Sink Ability in Vegetations (Study Case: Universitas Diponegoro, Tembalang )]. CO<sub>2</sub> is categorized as greenhouse gas and has a huge potential to the occurrence of greenhouse effect. As one of the CO<sub>2</sub> emission source, transportation holds an important rule to this phenomenon. According to International Transport Forum (2010), about 87% of transportation in Indonesia is dominated from road transportation. Urban green space is regarded as an effective way to reduce CO<sub>2</sub> emission from this source. With a lot of populations, Universitas Diponegoro, Tembalang contributes 739,7377 ton/year CO<sub>2</sub> from road transportation. This number of emission can be reduced by the existence of vegetations which already have CO<sub>2</sub> sink ability themselves. After being counted, total CO<sub>2</sub> sink from the vegetations in the urban green space area of Universitas Diponegoro, Tembalang is 7562,989 ton/year. This result needs to be evaluated more by using simulations of green open space to make sure that all the emissions in every single main road in Universitas Diponegoro Tembalang can be absorbed.*

**Keywords:** CO<sub>2</sub>, greenhouse effect, road transportation, urban green space, CO<sub>2</sub> sink

## PENDAHULUAN

Peningkatan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer sejauh ini merupakan elemen paling penting dari peningkatan efek rumah kaca. Oleh karena itu, sebagian besar studi saat ini hanya terkonsentrasi pada gas ini (Weyant, et al., 2006). Berdasarkan Ledley, et al (1999) efek rumah kaca merupakan suatu fenomena dimana suhu rata-rata permukaan bumi naik sekitar 30<sup>0</sup>C lebih tinggi daripada seharusnya. Peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca yang sangat cepat sejak masa revolusi industri dimulai sudah memberikan dampak pada perubahan iklim.

Konsentrasi CO<sub>2</sub> pada awal revolusi industri diperkirakan sekitar 280 ppm. Hasil pengamatan terakhir, pada tahun 1988 menunjukkan bahwa konsentrasi CO<sub>2</sub> telah naik kembali menjadi 351 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 100 tahun terakhir, konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer telah naik sebesar 70 ppm. Lebih dari 12,5% dari angka kenaikan tersebut hanya terjadi dalam 30 tahun terakhir. Jika laju peningkatan sebesar 0,4% per tahun ini terus berlangsung, maka konsentrasi menjelang akhir tahun 2025 akan berlipat dua dibandingkan dengan konsentrasi CO<sub>2</sub> pada periode pra industri, yaitu abad 19 (Soedomo, 2011).

Menurut Shaheen (2007), sektor transportasi merupakan penyumbang emisi gas rumah kaca yang paling utama. Emisi sektor transportasi diprediksi akan meningkat dengan sangat cepat dalam beberapa dekade ke depan. Pada negara-negara berkembang, emisi CO<sub>2</sub> akan meningkat sekitar 50% antara tahun 2000 hingga 2010. Angka ini akan bernilai jauh lebih besar pada negara-negara yang sedang berkembang seperti China dan Indonesia antara tahun 2000 hingga 2020.

Kendaraan bermotor merupakan komponen penting dalam kehidupan modern saat ini. Penggunaan kendaraan bermotor memegang peranan utama terhadap emisi yang dilepas ke lingkungan

(Beck, 2013). Saat ini sudah banyak dikembangkan teknologi-teknologi untuk mengurangi besarnya emisi CO<sub>2</sub>. Ishii, et al., (2008) mengatakan bahwa salah satu cara untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor adalah dengan menerapkan teknologi *hybrid*. Namun penerapan teknologi ini masih perlu beberapa pertimbangan di antaranya masalah kemudahan mendapatkan suku cadang, biaya, kapasitas penumpang, serta efisiensi bahan bakar (Harfit, 2013).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) berupa taman, hutan, atau *green roof* merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi polusi kendaraan bermotor (Wolch, et al., 2014). Menurut Haq (2011), negara-negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi harus mempertimbangkan bentuk dinamis dari perkembangan kota untuk mengatur ruang terbuka hijau yang berfungsi untuk mengurangi keseluruhan CO<sub>2</sub> dengan menjaga atau bahkan meningkatkan kemampuan serapan CO<sub>2</sub> melalui ekosistem alam.

Biro Administrasi Akademik mengatakan bahwa pada tahun ajaran 2014/2015, kampus Undip Tembalang memiliki sekitar 36952 mahasiswa, sedangkan data yang didapat dari Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi, jumlah dosen di kampus Undip Tembalang adalah sebanyak 1330 orang. Sebagian besar mahasiswa dan dosen menggunakan kendaraan pribadi seperti mobil dan motor ketika berada di lingkungan kampus. Banyaknya jumlah kendaraan bermotor tersebut sangat berpengaruh terhadap jumlah gas CO<sub>2</sub> yang diemisikan ke udara bebas.

Nimah (2013), melakukan penelitian mengenai pemanfaatan vegetasi pada ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor di Kabupaten Gresik. Data jumlah kendaraan dalam penelitian ini tidak didapat langsung dari *traffic counting* di lapangan, melainkan didapat dari Dispenda

Kabupaten Gresik. Selain itu nilai emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan nilai emisi CO<sub>2</sub> secara kumulatif dalam lingkup Kabupaten Gresik, sehingga tidak dapat diketahui pada ruas jalan yang mana saja potensi emisi CO<sub>2</sub> terbesar. Adiarstari (2010) juga melakukan penelitian mengenai kajian kemampuan ruang terbuka hijau dalam menyerap emisi karbon di kota Surabaya. Data ruang terbuka hijau dalam penelitian ini tidak didapat dari survey langsung di lapangan, melainkan didapat dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan kota Surabaya, sehingga tidak dapat diketahui secara pasti apakah keadaan ruang terbuka hijau tersebut masih berfungsi secara optimal dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub> kendaraan bermotor.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor yang dihasilkan di kawasan kampus Undip Tembalang dan besarnya kemampuan serapan CO<sub>2</sub> pada tanaman di kawasan tersebut sehingga dapat dilakukan evaluasi tanaman dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub>. Pengambilan data jumlah kendaraan serta jumlah dan jenis spesies tanaman dilakukan secara langsung di lokasi penelitian. Selain itu, nilai emisi CO<sub>2</sub> yang didapat dari penelitian ini merupakan nilai emisi CO<sub>2</sub> yang ada pada setiap ruas jalan utama di kampus Undip Tembalang, sehingga dapat diprediksi pada jalur mana nilai emisi CO<sub>2</sub> terbesar beserta tingkat penyerapannya.

## METODOLOGI PENELITIAN

Waktu penelitian yaitu antara bulan April-Juni 2015. Lokasi penelitian dipilih di kawasan Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang berada di jalur utama kampus Universitas Diponegoro, Tembalang. Perhitungan volume kendaraan dilaksanakan di ruas-ruas jalur utama kampus Undip Tembalang. Titik lokasi perhitungan volume kendaraan tersaji pada gambar 1.



Gambar 1 Titik Lokasi Penelitian

Titik 1 terletak di pintu masuk utama kampus Undip Tembalang, titik 2 berada di pintu masuk Fakultas Hukum, dan titik 3 berada di pintu masuk Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

Penentuan waktu penelitian perhitungan volume kendaraan disesuaikan dengan waktu kegiatan di lingkungan kampus. Oleh karena itu, diperlukan sampel berupa jadwal mata kuliah untuk mewakili pada pukul berapa aktivitas di lingkungan kampus mulai dan berakhir. Berdasarkan Roscoe, (1975) dalam Uma Sekaran, (1992), acuan umum untuk menentukan ukuran sampel salah satunya dengan penelitian eksperimental sederhana. Penelitian ini dilakukan dengan kontrol eksperimen yang ketat dengan ukuran sampel kecil, yaitu antara 10 sampai dengan 20 sampel. Dari 10 jadwal kuliah yang telah terkumpul, dilakukan pendataan pada pukul berapa aktivitas kuliah mulai, aktivitas kuliah berlangsung, waktu istirahat, dan aktivitas kuliah selesai. Perhitungan volume kendaraan dilakukan selama lima hari untuk mewakili hari aktif dalam rentan waktu satu minggu.

KLH (2013) mengatakan bahwa perhitungan nilai emisi CO<sub>2</sub> dapat dilakukan dengan metode Tier 2 dengan pertimbangan faktor emisi berbasis VKT (*vehicle kilometer traveled*). Perhitungan emisi CO<sub>2</sub> dengan metode Tier 2 dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$VKT_{j, line} = \sum Q_{ji} \times li$$
$$Ec_{ji} = ((VKT_{ji} \times EF_{cj} \times \rho) / E) \times (100 - C) / 100$$

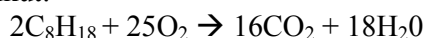
Dalam persamaan di atas, Q adalah jumlah kendaraan, l adalah panjang jalan (m), EF adalah faktor emisi (gram/kg BBM),  $\rho$  adalah densitas bahan bakar (kg/liter), E adalah ekonomi bahan bakar (km/liter), dan C adalah efisiensi alat pengendali emisi.

Faktor emisi yang digunakan dalam metode Tier 2 mengacu pada faktor emisi nasional yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Faktor emisi CO<sub>2</sub> tersaji dalam tabel 1.

**Tabel 1. Faktor Emisi CO<sub>2</sub>**  
(Permen LH No 12 Tahun 2010)

Kategori	CO <sub>2</sub> (g/kgBBM)
Sepeda Motor	3180
Mobil Penumpang (bensin)	3180
Mobil Penumpang (solar)	3172
Bus	3172
Truk	3172

Faktor emisi CO<sub>2</sub> dinyatakan dalam satuan gram/kg BBM. Hal ini mengacu pada stokiometri pembakaran dari bahan bakar itu sendiri. Menurut Holman (1988), reaksi stokiometri pembakaran bahan bakar adalah sebagai berikut:



Oktana (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) merupakan kandungan utama dari bahan bakar karena biasanya bahan bakar dinyatakan dalam nilai oktan. Setelah dilakukan perhitungan massa dengan menggunakan angka massa atom relatif dan nilai molaritas, maka didapat bahwa setiap kilogram bahan bakar yang dibakar akan menghasilkan massa CO<sub>2</sub> sekitar tiga kali lipat dari massa bahan bakar tersebut. Data ekonomi

bahan bakar setiap kategori kendaraan tersaji dalam tabel 2.

**Tabel 2. Ekonomi Bahan Bakar**  
(Permen LH No 12 Tahun 2010)

Kalghatgi, (2014) mengatakan bahwa densitas bensin adalah sebesar 0,7465 kg/liter, sedangkan nilai densitas solar adalah 0,8389 kg/liter.

Untuk memperoleh hasil yang lebih detail, maka perlu dilakukan perkiraan besarnya nilai emisi pada masing-masing ruas jalan di wilayah kampus Undip Tembalang. Hal ini karena beban emisi CO<sub>2</sub> pada masing-masing jalan berbeda satu sama lain. Pendekatan dilakukan dengan pertimbangan jumlah mahasiswa dan dosen pada tiap gedung kuliah yang ada di kawasan kampus.

Perhitungan total daya serap CO<sub>2</sub> pada tanaman dapat dilakukan dalam dua kondisi, yaitu:

- Apabila spesies pohon yang akan dihitung sudah terdapat data daya serap CO<sub>2</sub> sesuai dengan penelitian yang dilakukan Dahlan, (2007) yang melakukan penelitian daya serap menggunakan metode karbohidrat, maka daya serap pohon tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$Stotal = Si \times n$$

Dalam persamaan di atas, Si adalah daya serap spesies pohon (kg/pohon/tahun) dan n adalah jumlah

pohon. Berdasarkan Nimah, (2013), apabila spesies tanaman yang akan dihitung belum diketahui nilai daya serapnya, maka perhitungan daya serap dilakukan dengan pendekatan data kemampuan serapan pada beberapa tipe penutupan vegetasi serta luasan tajuk tanaman yang akan dicari daya serapnya. Perhitungan daya serap total dapat dilakukan dengan rumus:

$$Stotal = Si \times A \times n$$

Dalam persamaan di atas  $S_i$  adalah daya serap tutupan vegetasi (ton/ha/tahun),  $A$  adalah luas tajuk (ha), dan  $n$  adalah jumlah pohon.

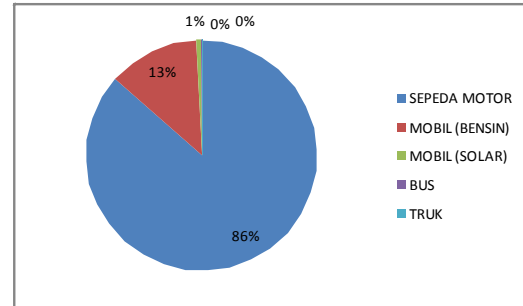
Setelah diperoleh nilai daya serap berdasarkan literatur dan tutupan vegetasi, maka nilai total daya serap  $CO_2$  di kawasan tersebut dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai daya serap berdasarkan spesies pohon dan luas tutupan vegetasi.

Simulasi skenario RTH dapat dilakukan dengan menambah atau mengurangi jumlah tanaman yang disesuaikan dengan selisih antara emisi  $CO_2$  yang ada di ruas jalan yang bersangkutan dengan daya serap  $CO_2$  pada RTH di ruas jalan tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perhitungan Emisi $CO_2$

Pengambilan sampel perhitungan volume kendaraan dilaksanakan selama lima hari, yaitu mulai tanggal 11-17 Juni 2015 untuk mewakili hari aktif kegiatan perkuliahan dalam rentan waktu satu minggu. Jenis kendaraan yang diukur dalam pengukuran ini meliputi sepeda motor, mobil (bensin), mobil (solar), bus, dan truk. Grafik persentase komposisi volume kendaraan di kampus Undip Tembalang tersaji dalam gambar 2.



Gambar 2 Persentase Volume Kendaraan

Perhitungan emisi  $CO_2$  dilakukan menggunakan metode Tier 2 dengan mengacu pada faktor emisi berbasis kilometer jalan kendaraan (*vehicle kilometer traveled-VKT* atau panjang perjalanan rerata kendaraan per tahun). Dalam penerapannya, perhitungan emisi  $CO_2$  juga melibatkan densitas, baik itu densitas bensin maupun solar, serta angka ekonomi bahan bakar untuk mendapatkan massa emisi  $CO_2$  selama satu tahun. Hasil perhitungan emisi  $CO_2$  yang dilakukan selama lima hari kerja (11-17 Juni 2015) di wilayah kampus Undip Tembalang tersaji dalam tabel 3.

Tabel 3. Emisi  $CO_2$  Tiap Ruas Jalan

### 2. Total Daya Serap $CO_2$

Setelah dilakukan perhitungan nilai daya serap berdasarkan kemampuan serapan pada spesies pohon dan tutupan vegetasi, langkah selanjutnya adalah mencari nilai total daya serap  $CO_2$  pada kawasan RTH kampus Undip Tembalang. Total daya serap pada ruas jalan utama di

kampus Undip Tembalang tersaji dalam tabel 3.

Tabel 3. Total Daya Serap CO<sub>2</sub>

Pemilihan jenis pohon yang ditanam di titik-titik rawan emisi seperti di pintu masuk area kampus juga tergolong baik. Pada ruas jalan antara Gerbang–Widya Puraya, walaupun jumlah pohon trembesi sebagai salah satu pohon dengan tingkat penyerapan CO<sub>2</sub> yang tinggi tidak terlalu banyak, namun pada ruas jalan tersebut terdapat spesies pohon dengan jenis yang sangat beragam. Keberagaman jenis tanaman yang ditanam, selain dapat meningkatkan penyerapan CO<sub>2</sub> juga dapat menaikkan nilai estetika dari RTH itu sendiri.

### 3. Perbandingan Emisi CO<sub>2</sub> dengan Total Daya Serap

Daya serap CO<sub>2</sub> pada masing-masing jalur di kawasan RTH kampus Undip Tembalang rata-rata bernilai jauh melebihi nilai emisi CO<sub>2</sub> yang ada. Rata-rata RTH pada sembilan ruas jalur utama di Kampus Undip Tembalang rata-rata sudah memenuhi daya dukung lingkungan yang diperlukan. Hal ini menandakan bahwa kapasitas serapan RTH di kampus Undip Tembalang sudah mampu menyerap emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari kendaraan bermotor kecuali untuk jalur Teknik PWK–Teknik Arsitektur di mana pada jalur ini emisi CO<sub>2</sub> sedikit melebihi kemampuan serapan yang ada.

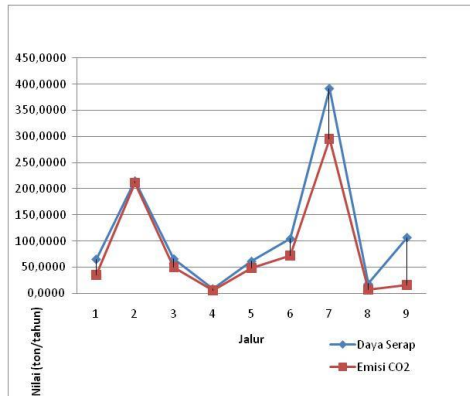
### 4. Simulasi Skenario RTH

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dibahas sebelumnya, maka dapat dilihat bahwa

rata-rata daya serap di tiap jalur yang ada bernilai jauh di atas nilai emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu simulasi skenario ruang terbuka hijau untuk membuat nilai emisi CO<sub>2</sub> mampu terserap seluruhnya namun tidak jauh melebihi nilai emisi tersebut. Skenario didasarkan pada kelas-kelas daya sink masing-masing spesies tanaman sesuai dengan penelitian dari Dahlan (2007). Daya sink tanaman dibedakan menjadi beberapa kategori, yaitu kategori sangat rendah (Sr), rendah (R), sedang (Sd), agak tinggi (At), tinggi (T), dan sangat tinggi (St).

Terdapat dua skenario yang digunakan pada masing-masing jalur. Skenario pertama yaitu dengan meniadakan semua tanaman yang telah ada kemudian menggantinya dengan rumput. Setelah dihitung hasilnya, simulasi skenario yang pertama ini hanya menghasilkan daya serap dalam jumlah yang sangat kecil sehingga tidak mampu untuk menyerap emisi CO<sub>2</sub> yang ada. Oleh karena itu perlu dilakukan simulasi skenario yang kedua dengan mengurangi atau menambah beberapa spesies pohon tertentu yang sudah ada sebelumnya. Pada umumnya skenario yang digunakan yaitu dengan mengurangi jumlah pohon trembesi pada masing-masing ruasnya karena trembesi merupakan satu-satunya tanaman di kawasan RTH kampus Undip Tembalang yang memiliki daya serap sangat tinggi sehingga pengurangan dari sisi kuantitas akan mampu mengurangi nilai daya serap secara signifikan. Selain itu, pengurangan jumlah beberapa spesies pohon memberi kemudahan dalam hal pemeliharaan (*maintenance*) karena jumlah daun yang berguguran semakin sedikit sehingga berpengaruh pada segi estetika. Skenario ini diharapkan mampu menjadi pertimbangan dalam pengelolaan RTH di kawasan kampus Undip Tembalang sehingga tanaman yang ditanam benar-benar efisien dan efektif dalam mereduksi emisi CO<sub>2</sub> yang ada. Grafik perbandingan emisi CO<sub>2</sub> dengan

daya serap CO<sub>2</sub> hasil skenario tersaji dalam gambar 3.



Gambar 3 Perbandingan Emisi CO<sub>2</sub> dengan Daya Serap CO<sub>2</sub> Hasil Skenario

Berdasarkan gambar di atas, jalur 1 adalah jalur Widya Puraya-FEB, jalur 2 adalah jalur Psikologi-Peternakan, jalur 3 adalah jalur Teknik Sipil-FISIP, jalur 4 adalah jalur Teknik PWK-Teknik Arsitektur, jalur 5 adalah jalur Widya Puraya-Teknik Mesin, jalur 6 adalah jalur Hukum-Widya Puraya, jalur 7 adalah jalur Gerbang-Widya Puraya, jalur 8 adalah jalur FPIK-Teknik Mesin, dan jalur 9 adalah jalur FK-Teknik Industri.

## KESIMPULAN

Emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari sektor kendaraan bermotor di kawasan kampus Undip Tembalang rata-rata sudah mampu diserap oleh ruang terbuka hijau yang ada. Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan adalah banyaknya kendaraan yang melintas pada masing-masing ruas jalan yang diukur. Sedangkan faktor yang mempengaruhi nilai daya serap yaitu jenis tanaman yang ditanam sesuai klasifikasi daya serapnya serta jumlah tanaman pada ruas jalur yang akan dihitung.

## SARAN

Saran yang dapat disampaikan berdasarkan uraian analisis dan pembahasan di atas adalah:

1. Pendataan volume kendaraan dan spesies pohon dilakukan langsung

dengan menghitung jumlah kendaraan pada masing-masing ruas jalan di kampus Undip Tembalang sehingga data yang didapatkan lebih akurat.

2. Analisis RTH eksisting dengan skenario yang telah dibuat dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan RTH di kampus Undip Tembalang agar dapat menyerap emisi CO<sub>2</sub> secara lebih efektif dan efisien baik dari segi fungsi, pemeliharaan, maupun estetika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiastari, 2010. *Kajian Mengenai Kemampuan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam Menyerap Emisi Karbon di Kota Surabaya*. Skripsi. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November
- Beck, Matthew J. 2013. *Sunday Drive: Review of Automobile Ownership, Societal and Environmental Impacts and Behavioural Change*. ISSN 1832-570X
- Dahlan, E.N. 2007. *Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota sebagai Sink Gas CO<sub>2</sub> Antropogenik dari Bahan Bakar Minyak dan Gas di Kota Bogor dengan Pendekatan Sistem Dinamik*. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Gay, L. R. And Diehl, P. L. 1996. *Research Methods for Business and Management*. United Kingdom: Macmillan Publishers
- Haq, Shah Md Atiqul. 2011. *Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment*. Journal of Environmental Protection, 2011,2,601-608
- Harfit, Achmad Risa. 2012. *Kajian Mobil Hybrid dan Kebutuhannya di Indonesia*. Tesis. Jakarta: Universitas Gunadarma
- Holman, Jack P. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. USA: McGeaw-Hill, Inc



- International Transport Forum. 2010. *Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions*. Paris: OECD
- Ishii, Junichi, et al. 2008. *Reduction of CO<sub>2</sub> for Automotive Systems*. Vol. 57 No. 5
- IPCC. 1996. *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. United Kingdom: IPCC WGI Technical Support Unit
- Kalghatgi, G. 2014. *The Outlook For Fuels For Internal Combustion Engines*. International Journal of Engine Research Vol 15 383-398
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Jakarta: Asdep Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Bergerak Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup
- Ledley, Tamara S, et al. 1999. *Climate Change and Greenhouse Gases*. Vol 80 No 39
- Nimah, Nur Mazidatun. 2013. *Analisa Pemanfaatan Vegetasi pada Ruang Terbuka Hijau dalam Menyerap Emisi CO<sub>2</sub> Kendaraan Bermotor (Studi Kasus: Kecamatan Gresik)*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan
- Sekaran, Uma. 1992. *Research Methods For Business: A Skill Building Approach, Second Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc
- Shaheen, Susan A, et al. 2007. *Reducing Greenhouse Emissions and Fuel Consumption*. Vol 31 No 1
- Soedomo, Moestikahadi. 2001. *Pencemaran Udara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Weyant, John P., et al. 2006. *Overview of EMF-21: Multigas Mitigation and Climate Policy*.
- Wolch, Jennifer R., et al. 2014. *Urban Green Space, Public Health, and Environmental Justice: The Challenge of making Cities 'just green enough'*. Landscape and Urban Planning 125 (2014) 234-244