



ANALISIS NILAI EMISI DAN PERSEBARAN SUMBER GAS RUMAH KACA BERDASARKAN JEJAK KARBON DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO

Eka Putra Aditia^{*)}, Irawan Wisnu W^{**)}, Purwono^{**)}

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
email : aditia.ea@gmail.com

Abstrak

Menghitung nilai emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh suatu universitas adalah salah satu indikator dalam pembentukan Green Campus sebagai upaya mitigasi pemanasan global. Mitigasi dilakukan akibat dari terus meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK) yang disebabkan oleh banyaknya aktifitas manusia dalam pemenuhan kebutuhan. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan emisi GRK yang dihasilkan di kampus Universitas Diponegoro khususnya di Fakultas Teknik berdasarkan jejak karbon. Perhitungan jejak karbon dibagi ke dalam 5 sektor, yaitu sektor emisi pembakaran bahan bakar minyak, sektor emisi pembakaran bahan bakar gas, sektor emisi penggunaan listrik, sektor emisi penggunaan kertas, dan sektor emisi timbulan sampah. Pada tahun 2015, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro menghasilkan emisi dari sektor emisi pembakaran bahan bakar minyak sebanyak 1.727,530 ton CO₂eq, emisi pembakaran bahan bakar gas sebanyak 17,577 ton CO₂eq, emisi penggunaan listrik sebanyak 626,163 ton CO₂eq, emisi penggunaan kertas sebanyak 155,808 ton CO₂eq, dan emisi timbulan sampah sebanyak 42,001 ton CO₂eq dengan total emisi keseluruhan sebanyak 2.569,079 ton CO₂eq.

Kata kunci: Emisi gas rumah kaca, jejak karbon, aktifitas kampus

Abstract

[Value Analysis and Source Dispersion of Greenhouse Gases Emission by Carbon Footprint at Faculty of Engineering Diponegoro University]. Calculating the value of the greenhouse gas emissions generated by a university is one of the indicators in the formation of the Green Campus as efforts to mitigate global warming. Mitigation is as a result of continued increase of greenhouse gas emissions (GHG) emissions caused by many human activities in fulfilling the needs. In this study, the calculation of GHG emissions generated at Diponegoro University campus, especially in the Faculty of Engineering is based on the carbon footprint. The calculation of the carbon footprint is divided into five sectors, namely oil fuel combustion emissions, fuel combustion emissions sectors of gas, electricity sector use emissions, emissions sector paper usage, waste generation and emissions sector. In 2015, the Faculty of Engineering, Diponegoro University emissions from the sector emissions of burning fossil fuels as much as 1.727,530 tons CO₂eq, emissions of gaseous fuel combustion as much as 17,577 tons of CO₂eq, emissions electricity usage as much as 626,163 tons of CO₂eq, emissions paper usage as much as 155,808 tons CO₂eq, emissions and waste generation as much as 42,001 tons CO₂eq with a total overall emissions as much as 2.569,079 tons CO₂eq.

Keywords: Greenhouse Gases Emission, carbon footprint, college activity

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pemanasan global atau *Global Warming* adalah fenomena meningkatnya temperatur global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Salah satu kegiatan manusia yang menghasilkan emisi GRK bersumber dari dunia pendidikan yaitu kampus (Song, et al., 2015).

Salah satu kontribusi pertama bagi suatu institusi untuk melakukan mitigasi pemanasan global adalah dengan menilai emisi GRK yang dihasilkan dari kegiatan sendiri baik emisi langsung maupun tidak langsung (Aroonsrimorakot et al., 2013). Universitas Diponegoro merupakan salah satu universitas negeri di Indonesia yang menyangand gelar kampus hijau versi UI Greenmetrics pada tahun 2014 (Susanti, 2015).

Maka dari itu, penelitian mengenai emisi yang dihasilkan dari aktifitas ilmiah di Universitas Diponegoro perlu dilakukan sebagai bentuk kontribusi “Kampus Hijau” dalam mitigasi pemanasan global.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung yang dilakukan oleh peneliti di lapangan berupa data baru dan belum pernah ada sebelumnya. Pengumpulan data primer dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu :

1. Identifikasi dan Observasi Lapangan
2. Wawancara
3. Memberikan Kuesioner
4. Dokumentasi

Kuesioner yang diberikan berupa :

a. Penggunaan Bahan Bakar Minyak untuk Kendaraan *Commuting* Mahasiswa, Dosen, dan Staf

Data penggunaan BBM untuk kendaraan *commuting* dari tempat

tinggal menuju kampus FT Undip diperoleh dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa, dosen, dan staf FT Undip terkait dengan jarak tempuh *commuting*, frekuensi *commuting* harian dan mingguan, dan jenis kendaraan. Data tersebut diolah menggunakan pendekatan konsumsi energi spesifik kendaraan untuk memperoleh jumlah konsumsi BBM dalam satuan liter/bulan.

b. Penggunaan LPG untuk Keperluan Kantin dan *Pantry*

Data penggunaan LPG diperoleh dengan memberikan kuesioner pada pedagang di kantin terkait dengan lama waktu habis penggunaan LPG, serta wawancara secara langsung kepada staf yang bertanggung jawab terhadap *pantry* yang ada di FT Undip.

c. Penggunaan Kertas oleh Mahasiswa

Data penggunaan kertas oleh mahasiswa diperoleh dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa FT Undip. Data pemakaian kertas yang diambil dibatasi pada kertas HVS A4 70 gram dan kertas HVS A4 80 gram.

B. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari literatur, maupun arsip dan dokumen dari instansi yang berkaitan dengan data tersebut. Data sekunder yang diperoleh adalah

a. Penggunaan Bahan Bakar Minyak Kendaraan yang Dimiliki Fakultas Teknik

Data penggunaan BBM kendaraan operasional Fakultas Teknik adalah bahan bakar berupa bensin yang digunakan oleh kendaraan operasional FT setiap bulannya selama 1 tahun.

b. Penggunaan Energi dalam Pemakaian Listrik

Data penggunaan listrik diperoleh dari surat pembayaran pembelian listrik

oleh universitas. Data penggunaan listrik didapat dari setiap rekening gardu yang ada di FT Undip. Satu rekening gardu dapat digunakan oleh beberapa Program Studi, sehingga dilakukan pendekatan luas bangunan untuk mengetahui pemakaian di tiap Program Studi. Banai dan Theis (2011) dalam Artadi (2013) menyatakan bahwa semakin luas bangunan maka energi yang digunakan akan semakin banyak dan mengakibatkan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan juga semakin besar. Untuk menghitung pendekatan penggunaan listrik di tiap Program Studi digunakan rumus:

$$\begin{aligned} & \text{Listrik prodi} \\ &= \frac{\% \text{luas bangunan prodi}}{\% \text{luas bangunan 1 gardu}} \times kWh \end{aligned}$$

c. Pemakaian Kertas Tiap Program Studi

Data pemakaian kertas tiap program studi yang diperoleh adalah penggunaan kertas HVS selama 1 tahun. Kertas HVS yang digunakan adalah kertas HVS A4 70 gsm, kertas HVS A4 80 gsm, kertas HVS F4 70 gsm, dan kertas HVS F4 70 80 gsm.

d. Data Timbulan Sampah

Data timbulan sampah diperoleh dalam satuan kg/bulan yang didapatkan dari penelitian Yuanita Arindya tentang studi timbulan dan perencanaan pengelolaan persampahan di FT Undip pada tahun 2015.

PEMBAHASAN

Perhitungan jejak karbon dibagi ke dalam 4 sektor besar, yaitu jejak karbon emisi pembakaran bahan bakar, emisi penggunaan listrik, emisi penggunaan kertas, dan emisi timbulan sampah. Pada jejak karbon emisi pembakaran bahan bakar, emisi penggunaan listrik, dan emisi timbulan sampah metode perhitungan berdasarkan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang didasari dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006. Pada jejak karbon

emisi penggunaan kertas metode perhitungan berdasarkan Environment Protection Authority Victoria (EPA Victoria) 2012.

A. Nilai Emisi Gas Rumah Kaca

Perhitungan emisi GRK berdasarkan jejak karbon yang dihasilkan oleh Fakultas Teknik Universitas Diponegoro dibagi ke dalam 4 sektor besar, kemudian dibagi menjadi 5 sumber emisi yaitu emisi pembakaran bahan bakar minyak, emisi pembakaran bahan bakar gas, emisi penggunaan listrik, emisi penggunaan kertas, dan emisi timbulan sampah.

Pada emisi pembakaran bahan bakar minyak perhitungan dibagi menjadi 2 sumber yaitu BBM kendaraan operasional FT dan BBM commuting Mahasiswa, Dosen dan Staff FT. Jumlah emisi GRK yang dihasilkan oleh kendaraan operasional FT Undip pada tahun 2015 adalah sebesar 45,031 ton CO₂eq, sedangkan nilai emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan BBM kendaraan commuting warga kampus FT pada tahun 2015 adalah sebesar 1.682,499 ton CO₂eq. Sehingga total emisi dari pembakaran bahan bakar minyak oleh FT Undip pada tahun 2015 adalah sebesar 1.727,530 ton CO₂eq.

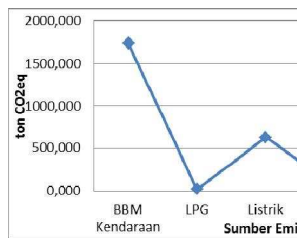
Pada emisi pembakaran bahan bakar gas, dihitung jumlah pemakaian LPG yang digunakan oleh FT Undip pada tahun 2015 dalam aktifitasnya. Jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan LPG di FT Undip pada tahun 2015 adalah sebesar 17,577 ton CO₂eq.

Pada emisi penggunaan listrik dihitung jumlah pemakaian listrik dalam satuan kWh pada tahun 2015. Emisi yang dihasilkan dari pemakaian listrik adalah dari pembangkitan listrik sesuai dengan penggunaan di hilir. Nilai emisi GRK yang dihasilkan dari penggunaan listrik pada tahun 2015 adalah sebesar 626,163 ton CO₂eq.

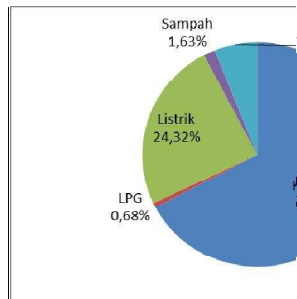
Pada emisi penggunaan kertas dihitung berdasarkan pemakaian kertas HVS A4 70gsm dan 80 gsm serta HVS F4 70gsm dan 80 gsm oleh mahasiswa,

jurusan, dan dekanat sebagai penunjang perkuliahan dan perkantoran. Jumlah pemakaian kertas dalam satuan rim dikonversi menjadi satuan berat untuk menghitung emisinya. Emisi penggunaan kertas bersumber dari emisi yang dihasilkan sepanjang siklus hidup komponen. Nilai emisi GRK yang dihasilkan oleh FT Undip selama tahun 2015 adalah 155,808 ton CO₂eq.

Pada emisi timbulan sampah bersumber dari pembakaran sampah secara terbuka (open burning waste). bahwa total emisi GRK yang dihasilkan oleh FT Undip dari timbulan sampah adalah sebanyak 42.001,42 kg CO₂eq atau sama dengan 42,001 ton CO₂eq pada tahun 2015.



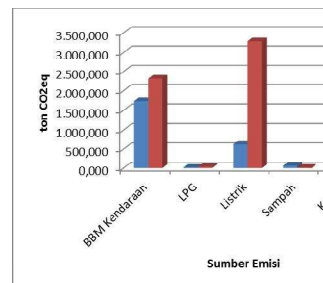
Gambar 1. Grafik Emisi GRK FT Undip Tahun 2015 Tiap Sumber



Gambar 2. Persentase Emisi GRK FT Undip Tahun 2015 Berdasarkan Sumber

Berdasarkan sumber emisi GRK di FT Undip terlihat bahwa penggunaan BBM untuk kendaraan dan penggunaan listrik mendominasi nilai emisi yang dihasilkan. Emisi dari penggunaan BBM untuk transportasi warga kampus FT Undip mencapai 67,31% dari total emisi GRK yang dihasilkan. Sedangkan untuk penggunaan listrik mencapai 24,32%.

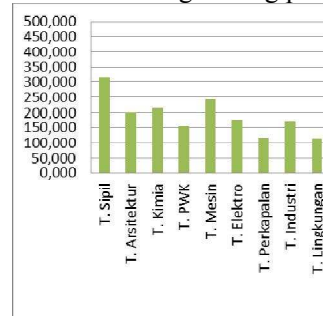
Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Artadi, nilai emisi GRK berdasarkan jejak karbon dari aktifitas FT UI adalah sebesar 5.700,239 ton CO₂eq pada tahun 2012. Dibandingkan nilai jejak karbon FT UI, nilai jejak karbon FT Undip lebih rendah 54%. Berikut adalah grafik perbandingan antara nilai emisi GRK berdasarkan jejak karbon di FT Undip dengan FT UI.



Gambar 3. Perbandingan Emisi GRK FT Undip dengan FT UI

B. Persebaran dan Pemetaan Emisi GRK

Emisi GRK yang di representasikan persebaran dan dibuat pemetaannya adalah emisi dari 5 sumber penghasil emisi, yaitu dari penggunaan bahan bakar berupa BBM kendaraan, bahan bakar LPG, penggunaan listrik, timbulan sampah, dan penggunaan kertas di masing masing program studi.

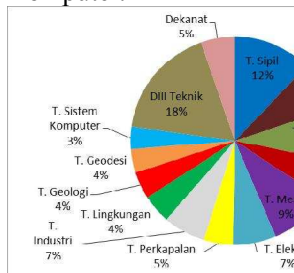


Gambar 4. Nilai Emisi Tiap Program Studi FT Undip Tahun 2015

Jurusan DIII Teknik adalah pengemisi GRK terbesar di FT Undip dengan emisi sebesar 453,328 ton CO₂eq. Hal tersebut dipengaruhi oleh banyaknya jumlah warga, serta luasan dari bangunan di DIII Teknik.

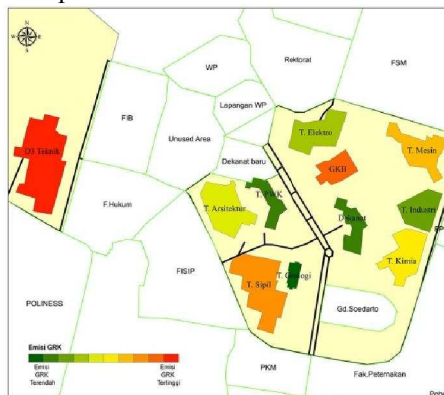
Kemudian pada urutan kedua yaitu Teknik Sipil dengan total emisi pada tahun 2015 sebesar 310,201ton CO₂eq. Sementara itu emisi terendah dihasilkan di program studi Teknik Sistem Komputer dengan 90,190ton CO₂eq.

Dari total 100% emisi yang dihasilkan, DII Teknik sebagai penghasil emisi terbesar hingga 18%. Lalu diikuti Teknik Sipil dengan persentase emisi GRK sebesar 12%. Kemudian dengan persentase 9% dan 8%, dihasilkan oleh Teknik Mesin, Teknik Arsitektur, dan Teknik kimia. Di urutan terbawah dengan 3% emisi dihasilkan oleh Teknik Sistem Komputer.



Gambar 5. Persentase Nilai Emisi Tiap Program Studi FT Undip Tahun 2015

Berdasarkan perentase nilai emisi di atas, kemudian dilakukan pemetaan dengan terhadap nilai emisi di FT Undip.



Gambar 6. Hasil Pemetaan

C. Reduksi Nilai Emisi

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis reduksi dengan sistem reduce atau sistem substitution dari 3 sumber penghasil emisi terbesar di FT

Undip, yaitu penggunaan BBM kendaraan, penggunaan kertas, dan penggunaan listrik.

1. Reduksi emisi GRK dengan mereduksi penggunaan BBM dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan CLD (Car Less Day) di Undip dengan menggunakan prinsip daerah 3in1 yang bisa disebut Prohibited Area Alone Driving (PAAD).

- Pemberlakuan CLD = 1 x Seminggu pada Hari Jumat
- Regulasi CLD FT Undip:
 - Mahasiswa dianjurkan menggunakan sepeda, angkutan umum, atau berjalan kaki
 - Mahasiswa wajib tidak berkendara sendirian

Perhitungan reduksi dibagi menjadi 3 skenario yaitu, tanpa emisi menggunakan sepeda dan berjalan kaki, menggunakan angkutan umum, dan berkendara dengan teman menggunakan peraturan PAAD. Saat menggunakan skenario CLD menggunakan sepeda dan berjalan kaki, didapatkan efisiensi reduksi emisi GRK sebesar 1,53% per bulan. Menggunakan skenario CLD menggunakan angkutan umum, didapatkan efisiensi reduksi emisi GRK sebesar 0,63% per bulan. Menggunakan skenario CLD berkendara dengan teman menggunakan peraturan PAAD, didapatkan efisiensi reduksi emisi GRK sebesar 0,87% per bulan.

2. Reduksi emisi GRK dari penggunaan listrik dapat dilakukan dengan dua pola sistem, yaitu reduce dan substitusi. Pola reduce system adalah dengan mengatur Air Conditioner (AC) pada suhu yang optimum, yaitu 24°C – 27°C dapat menghemat penggunaan listrik sebanyak 64% (Prasetya, 2014). Pola substitusi yang dilakukan dapat berupa penggantian lampu TL menjadi lampu LED. Efisiensi yang didapatkan dari penggantian 1 buah lampu CFL 11 watt menjadi LED 9 watt dengan lama penggunaan 12 jam/hari dapat mereduksi hingga 18,2% emisi GRK.

3. Reduksi emisi GRK dari penggunaan kertas dapat dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu program paperless. program paperless yang dapat mudah diaplikasikan adalah menggunakan kertas HVS A4 80gsm secara *double sided*. Dengan menggunakan kertas secara *double sided* dapat mengurangi emisi GRK sebesar 50%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Total emisi GRK yang dihasilkan oleh Fakultas Teknik Universitas Diponegoro pada tahun 2015 adalah sebesar 2.569,079 ton CO₂eq.
2. Program Studi yang paling banyak menghasilkan emisi GRK di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro pada tahun 2015 adalah DIII Teknik, sedangkan Program studi dengan emisi paling rendah adalah Teknik Sistem Komputer.
3. Reduksi dapat dilakukan dengan : melakukan program Car Less Day dengan tingkat efisiensi reduksi minimum sebesar 0,63%-1,5% , mengganti lampu CFL dengan lampu LED dengan efisiensi reduksi hingga 18,2% , menggunakan kertas secara *double sided print* dengan efisiensi reduksi hingga 50%.

SARAN

Saran yang dapat diberikan adalah

1. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro perlu melakukan penerapan Car Less Day dengan skenario PAAD karena 81% mahasiswa pengguna sepeda motor dan 25% pengguna mobil bahan bakar bensin masih menggunakan kendaraan sendiri.
2. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro perlu mengurangi bahan bakar bensin untuk kendaraan

operasional fakultas karena dengan nilai 1600 l/bulan terlalu besar. Sebagai pembanding Fakultas Teknik Universitas Indonesia hanya menggunakan BBM kendaraan operasional rata-rata 202 l/bulan.

3. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro harus melakukan anggaran terkait penggantian lampu CFL menjadi LED untuk mengurangi jejak karbon yang dihasilkan dan sebagai investasi keuntungan ekonomi jangka panjang terutama oleh Program Studi D3, Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Arsitektur, dan Dekanat.
4. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro harus membuat regulasi untuk pengaturan suhu Air Conditioner pada suhu 24-27° C sesuai dengan rekomendasi Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia pada tahun 2012.
5. Perlu dilakukan perencanaan (identifikasi sistem, analisis sistem, dan penyusunan SOP sistem) perhitungan program paperless untuk keperluan bimbingan, surat menyurat, dan arsip digital di Fakultas Teknik.
6. Perlu penelitian lanjutan mengenai jejak karbon tiap fakultas di Universitas Diponegoro sebagai langkah lanjutan mitigasi pemanasan global dan sebagai awalan untuk penerapan manajemen karbon tingkat universitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aroonsrimorakot, Sayam. Chumporn Yuwaree. Chumlong Arunlertaree. Rungjarut Hutajareorn. Tarinee Buadit. 2013. Carbon Footprint of Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University,



- Salaya Campus, Thailand. Volume 5 Page 175-180. Mahidol University. Nakhonpathom
- Artadi, 2013. Studi Jejak Karbon di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok
- Environment Protection Authority Victoria. 2014. EPA Victoria's greenhouse gas inventory management plan: 2012-13 update. EPA Victoria. Carlton
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Energy. Institute for Global Environmental Strategies. Japan
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 4 Pengelolaan Limbah. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 1 Pengadaan dan Penggunaan Energy. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta
- Song, Guobao. Li Che. Shushen Zang. 2015. Carbon footprint of a scientific publication: A case study at Dalian University of Technology, China. Dalian University of Technology. Dalian
- Susanti, Afriani, 2015, Ini Dia 10 Kampus Hijau di Indonesia. <http://news.okezone.com/read/2015/02/04/65/1101065/ini-dia-10-kampus-hijau-di-indonesia>, akses tanggal 26 Mei 2016.
- Wiedmann, T. & Minx, J. 2008. A Definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends. Chapter 1, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA.