

POTENSI EMISI GAS RUMAH KACA (CO₂, CH₄, DAN N₂O) DI FAKULTAS EKONOMI, UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Luthfia Rakhma Widyastuti*, Qorry Nugrahayu*

*Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam
Indonesia

Email : luthfiarakhma@gmail.com

ABSTRAK

Universitas Islam Indonesia menjadi salah satu organisasi penyumbang emisi gas rumah kaca di Indonesia. Perhitungan emisi gas rumah kaca di Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Indonesia didasarkan pada aktivitas penggunaan listrik, penggunaan LPG, dan pemakaian transportasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai emisi CO₂, CH₄, serta N₂O serta upaya untuk meminimalisasinya. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, dokumentasi data, serta perhitungan langsung di lapangan. Metode perhitungan gas rumah kaca yang digunakan mengacu pada perhitungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta IPCC. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, aktivitas penggunaan listrik menjadi penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca yaitu sebesar 607.836,93 kgCO₂eq (98,91%) dan pemakaian LPG menjadi aktivitas paling sedikit menyumbangkan emisi yaitu sebesar 2.334,154 kgCO₂eq (0,38%). Total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan yaitu sebesar 614.553,34 kgCO₂eq. Upaya minimalisasi yang dapat dilakukan antara lain penggantian lampu biasa dengan Led dan mematikan AC ketika tidak digunakan dengan nilai efisiensi masing-masing sebesar 2,36% dan 8,59%.

Kata Kunci : Gas Rumah Kaca, listrik, LPG, transportasi

ABSTRACT

Islamic University of Indonesia become an organization that contribute greenhouse gas emission for Indonesia. Greenhouse gas emission in Faculty of Economy, Islamic University of Indonesia accounted by electricity consumption, LPG consumption, and transportation. The aim of this research is to know the amount of CO₂, CH₄, also N₂O emission and to know how to minimize the greenhouse gas emission. Data collections are done by interviewing, documenting data, and direct counting in the field. The methods of calculating the greenhouse gases used formula from Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan and from IPCC. Based on the research that have done, researcher found that electricity consumption become the biggest contributor that emitted greenhouse gas in the amount of 607.836,93 kgCO₂eq (98,91%) and LPG consumption become the smallest contributor of greenhouse gas emission that emitted 2.334,154 kgCO₂eq (0,38%). Greenhouse gas emission in total is 614.553,34 kgCO₂eq. The scenario for minimalize the amount of greenhouse gas emission that can applied are replacing lamp with Led lamp and turning off AC when it is not used anymore with the number of efficiency are 2,36% and 8,59%.

Keywords : electricity, Greenhouse Gas, LPG, transportation

1. PENDAHULUAN

Permasalahan udara yang sedang dihadapi dunia, khususnya Indonesia adalah emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Gas Rumah Kaca merupakan kumpulan gas yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Akibat adanya emisi GRK yang berlebihan, gas-gas tersebut terperangkap di dalam atmosfer dan menyebabkan meningkatnya suhu bumi.

Aktivitas yang dapat menghasilkan emisi GRK berasal dari kegiatan pertanian, kegiatan industri, kegiatan peternakan, transportasi, dan juga dari kegiatan domestik termasuk aktivitas organisasi. Salah satu kegiatan yang menghasilkan emisi GRK adalah aktivitas di dalam kampus atau suatu universitas. Menurut Senati (2006), universitas adalah suatu organisasi yang berupa organisme hidup, terdiri dari sivitas akademika yang saling berinteraksi. Interaksi antar sivitas akademika yang kompleks memiliki beberapa dampak yang langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan hidup disekitarnya. Li (2015) mengungkapkan bahwa total emisi gas rumah kaca dari suatu negara, 2-3% bagian disumbangkan oleh universitas.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menghitung besar nilai emisi CO₂, CH₄, dan N₂O yang dihasilkan dari kegiatan kampus serta menganalisis upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir emisi CO₂, CH₄, dan N₂O dari kegiatan kampus di Kampus Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Indonesia. Manfaat yang diharapkan akan diperoleh dari penelitian ini adalah dapat memberikan sumbangsih terhadap ilmu teknik lingkungan yaitu inventarisasi emisi gas rumah kaca serta dapat menjadi rekomendasi bagi universitas untuk mengevaluasi dan mengelola lingkungannya.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Gedung Ace Partadireja, Kampus Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia yang terletak di Ring Road Utara, Condong Catur, Depok, Sleman, Yogyakarta. Penelitian dilakukan selama kurang lebih 2 minggu pada bulan April hingga Mei 2018.

Metode Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer yang dibutuhkan yaitu jenis kendaraan bermotor beserta jumlahnya dan penggunaan *Liquid Petroleum Gas* (LPG). Data tersebut didapatkan dengan metode

observasi serta *direct counting* (dilakukan selama 5 hari perkuliahan efektif dan 5 sesi perhitungan untuk setiap harinya) untuk mengetahui jenis kendaraan bermotor dan jumlahnya. Sedangkan untuk mendapatkan data penggunaan LPG digunakan wawancara terhadap pemilik kantin serta pegawai dapur Fakultas Ekonomi.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu jumlah pemakaian listrik fakultas, inventarisasi peralatan yang mengkonsumsi listrik, dan jumlah pemakaian bahan bakar untuk setiap jenis kendaraan. Metode yang digunakan untuk mengetahui jumlah pemakaian listrik serta inventarisasi peralatan listrik yaitu dokumentasi data yang dimiliki oleh Pengelola Fasilitas Kampus UII dan Divisi Rumah Tangga Fakultas Ekonomi UII. Kemudian untuk mengetahui jumlah pemakaian bahan bakar untuk setiap jenis kendaraan digunakan metode studi literatur.

Metode Analisis Dan Pengolahan Data

a. Pemakaian Listrik

$$E = KE \times FE \times GWP$$

dimana :

E : emisi gas rumah kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) dalam kgCO₂eq

KE : konsumsi energi dalam kWh

FE : faktor emisi gas rumah kaca dalam kg gas/kWh

GWP : *Global Warming Potential* dalam CO₂eq

Tabel 1. Faktor Emisi Konsumsi Listrik Untuk Pembangkit Listrik di Indonesia

CO ₂ (kgCO ₂ /kWh)	CH ₄ (kgCH ₄ /kWh)	N ₂ O (kgN ₂ O/kWh)
0,774388897	0,00001594341	0,00000876813

Sumber : *Ecometrica, 2011*

b. Penggunaan LPG

$$E = Kbb \times Ec \times FE \times GWP$$

dimana :

E : total emisi dalam kgCO₂ eq

Kbb : konsumsi bahan bakar dalam kg

Ec : konversi energi dalam TJ/kg

FE : faktor emisi dalam kg/TJ

GWP : *Global Warming Potential* dalam CO₂eq

Tabel 2. Konversi Energi dan Faktor Emisi Gas

Bahan Bakar	Konversi Energi (TJ/kg)	Faktor Emisi CO ₂ (kg/TJ)	Faktor Emisi CH ₄ (kg/TJ)	Faktor Emisi N ₂ O (kg/TJ)
LPG	47.3 x 10 ⁻⁶	63100	5	0.1

Sumber : KLH, 2012

c. Kegiatan Transportasi

$$E = Kbb \times Ec \times FE \times GWP$$

dimana :

E : total emisi dalam kgCO₂ eq

Kbb : konsumsi bahan bakar dalam liter

Ec : konversi energi dalam MJ/L

FE : faktor emisi dalam kg/MJ

GWP : *Global Warming Potential* dalam CO₂eq

Tabel 3. Konversi Energi dan Faktor Emisi Kegiatan Transportasi

Bahan Bakar	Konversi Energi (MJ/L)	Faktor Emisi CO ₂ (kg/MJ)	Faktor Emisi CH ₄ (kg/MJ)	Faktor Emisi N ₂ O (kg/MJ)
Bensin	33	0,0693	0,000033	0,0000032
Solar	36	0,0741	0,0000039	0,0000039

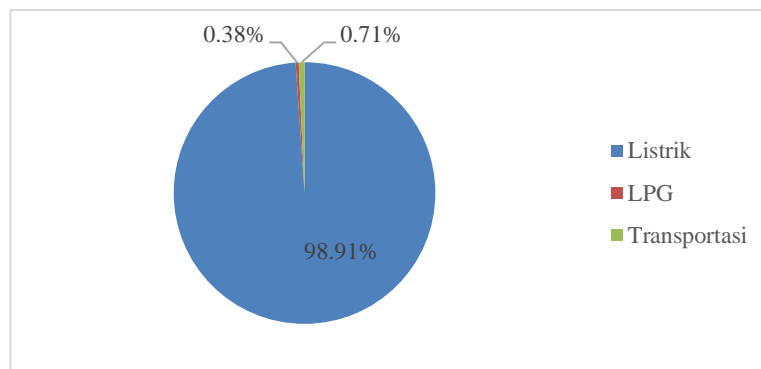
Sumber : KLH, 2012

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia memiliki 3 (tiga) program studi yaitu akuntansi, manajemen, dan ilmu ekonomi. Dari ketiga program studi tersebut, Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia memiliki mahasiswa dengan jumlah 4.149 orang dengan jumlah staff pengajar sebanyak 156 orang dan staff administrasi sebanyak 88 orang. Pehitungan emisi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , dan N_2O) yang dilakukan meliputi kegiatan pemakaian listrik, pemakaian LPG (*Liquid Petroleum Gas*), dan kegiatan transportasi fakultas. Tabel 1 serta gambar 1 menunjukkan besar emisi gas rumah kaca dari Fakultas Ekonomi.

Tabel 4. Total Emisi Gas Rumah Kaca Fakultas Ekonomi

No	Sumber Emisi GRK	Emisi GRK (kgCO ₂ eq-tahun)
1	Listrik	607.836,93
2	LPG	2.334,15
3	Transportasi	4.382,25
Total Emisi GRK		614.553,34

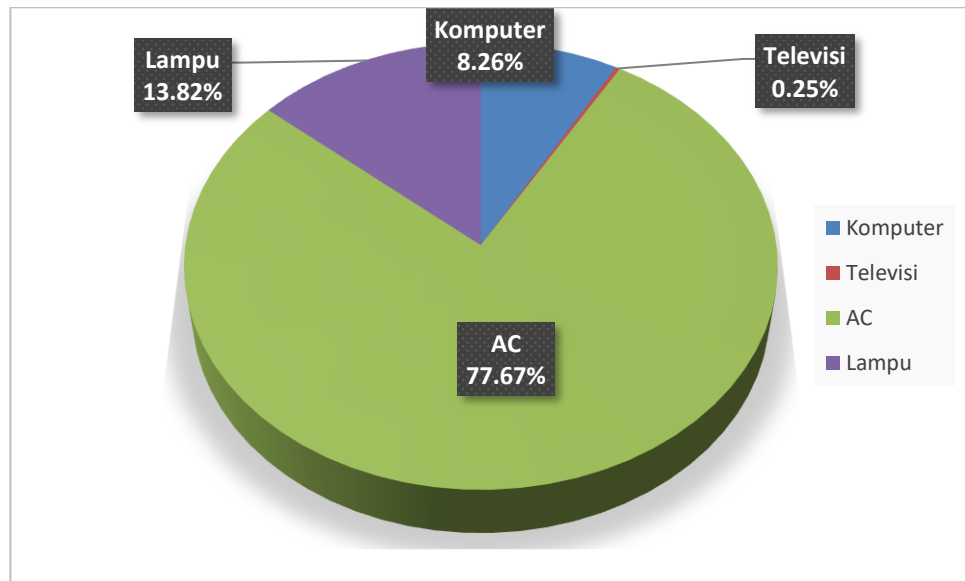


Gambar 1. Persentase Emisi Gas Rumah Kaca Selama 1 Tahun

a. Pemakaian Listrik

Berdasarkan data dan perhitungan yang telah diperoleh, penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di Fakultas Ekonomi Universitas Islam Indonesia adalah dari pemakaian listrik yaitu sebesar 607.836 kgCO₂eq-tahun atau 98,91%. Emisi gas rumah kaca tersebut

dihasilkan dari pemakaian listrik sebesar 782.127 kWh/tahun. Pemakaian listrik dengan daya tersebut digunakan untuk penggunaan AC, lampu, komputer, serta televisi.



Gambar 2. Pemakaian Listrik Berdasarkan Peralatan Elektronik

Jumlah peralatan listrik yang ada di Fakultas Ekonomi yaitu sebanyak 382 unit komputer, 4 unit televisi, 212 unit AC, dan 1.711 unit lampu. Penggunaan AC mengkonsumsi listrik terbesar yaitu 77,67% atau 606.145,97 kWh/tahun. Konsumsi listrik terendah yaitu dari penggunaan televisi sebesar 0,25% atau 1.927,20 kWh/tahun. Dari pemakaian listrik tersebut dapat menghasilkan emisi CO₂ sebesar 605.670,46 kgCO₂eq-tahun, emisi CH₄ sebesar 349,15 kgCO₂eq-tahun, dan emisi N₂O sebesar 1.817,31 kgCO₂eq-tahun yang didapat dari tagihan pemakaian listrik 4 nama rekening.

Tabel 5. Emisi Gas Rumah Kaca Penggunaan Listrik

Nama Rekening	Tagihan Listrik 12 Bulan (kWh)	Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)			Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Fakultas Ekonomi UII	80.013,60	61.961,64	35,72	185,92	62.183,28
Ged Fak Ekonomi	337.227,00	261.144,84	150,54	783,57	262.078,95
Fak Ekonomi UII	356.966,40	276.430,82	159,36	829,43	277.419,60

Nama Rekening	Tagihan Listrik 12 Bulan (kWh)	Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)			Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Masjid Fak Ekonomi	7.920,00	6.133,16	3,54	18,40	6.155,10
Total Emisi GRK (kgCO ₂ eq)		605.670,46	349,15	1.817,31	607.836,93

b. Penggunaan LPG

Fakultas Ekonomi memiliki 2 kantin dan 1 dapur yang menggunakan tabung LPG berukuran 3kg dan 12kg.

Tabel 6. Penggunaan LPG Fakultas Ekonomi

No	Pegguna	Penggunaan LPG (tabung/bulan)	
		3 kg	12 kg
1	Kantin Mbak Rahma	4	0
2	Kantin Annisa	2	3
3	Dapur	0	2

Penggunaan LPG menghasilkan emisi gas rumah kaca sebesar 0,38% atau sebesar 2.334,15 kgCO₂eq-tahun, sehingga menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca terkecil di Fakultas Ekonomi UII. Dari total pemakaian LPG sebanyak 780 kg/tahun dapat menghasilkan emisi CO₂ sebesar 2.328,011 kgCO₂eq-tahun, emisi CH₄ sebesar 5,165 kgCO₂eq-tahun, dan emisi N₂O sebesar 0,978 kgCO₂eq-tahun.

Tabel 7.Emisi Gas Rumah Kaca Penggunaan LPG

Pegguna	Penggunaan LPG (kg/tahun)	Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)			Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq-tahun)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Kantin Mbak Rahma	120	358,156	0,795	0,150	359,101
Kantin Annisa	420	1.253,545	2,781	0,526	1.256,852
Dapur	240	716,311	1,589	0,301	718,201
Total Emisi GRK (kgCO ₂ eq-tahun)		2.328,011	5,165	0,978	2.334,154

c. Kegiatan Transportasi

Kegiatan transportasi menyumbangkan emisi gas rumah kaca sebesar 0,71% atau sebesar 4.382,25 kgCO₂eq-tahun. Emisi gas rumah kaca tersebut disumbangkan dari kegiatan transportasi selama perkuliahan kondisi normal dan perkuliahan kondisi libur. Tabel 4 dan tabel 5 menyajikan data hasil perhitungan emisi gas rumah kaca perkuliahan normal dan perkuliahan libur.

Tabel 8. Emisi Gas Rumah Kaca Transportasi Pada Perkuliahan Normal

Lokasi	Jumlah Kendaraan Dalam 1 Tahun	Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq)			Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Parkir Mobil Depan Gedung 1	2.000	57,592	0,768	7,047	65,407
Parkir Mobil Depan Gedung 2	2.600	73,468	0,980	8,990	83,437
Parkir Mobil Samping ATM	2.800	155,067	2,068	18,975	176,110
Parkir Mobil Utama 1	11.800	942,384	12,565	115,316	1.070,266
Parkir Parkir Mobil Utama 2					
Parkir Karyawan (Motor) 1	20.000	403,374	5,378	49,359	458,112
Parkir Karyawan (Motor) 2					
Parkir Motor Utama 1	112.200	1.560,263	20,804	190,924	1.771,991
Parkir Motor Utama 2					
Parkir Motor Utama 3					
Parkir Motor Basement	27.400	523,037	6,974	64,002	594,013
Total Emisi GRK (kgCO ₂ eq)		3.715,185	49,536	454,614	4.219,335

Tabel 9. Emisi Gas Rumah Kaca Transportasi Pada Perkuliahan Libur

Lokasi	Jumlah Kendaraan Dalam 1 Tahun	Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq)			Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca (kgCO ₂ eq)
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Parkir Mobil Depan Gedung 1	400	11,518	0,154	1,409	13,081
Parkir Mobil Depan Gedung 2	520	14,694	0,196	1,798	16,687
Parkir Mobil Utama 1	440	36,563	0,488	4,474	41,525
Parkir Karyawan (Motor) 1	4.000	80,675	1,076	9,872	91,622
Parkir Karyawan (Motor) 2					
Total Emisi GRK (kgCO ₂ eq)		143,450	1,913	17,553	162,916

d. Skenario Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

Tabel 10. Skenario Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca

No	Kegiatan Minimalisasi Emisi GRK	Total Emisi GRK Sebelum Minimalisasi (kgCO ₂ eq)	Total Emisi GRK Setelah Minimalisasi (kgCO ₂ eq)	Efisiensi Minimalisasi
1	Kebijakan nomor kendaraan ganjil-genap	614.553,34	612.443,664	0,34%
2	Kebijakan <i>one day off from motorcycle</i>	614.553,34	613.961,719	0,09%
3	Pengaturan sistem minimal jumlah penumpang	614.553,34	612.582,82	0,32%
4	Penggantian lampu biasa dengan lampu LED	614.553,34	604.743,99	1,59%
5	Mematikan AC selama 1 jam	614.553,34	571.399,68	7,02%

Terdapat beberapa skenario yang dirancang, antara lain kebijakan plat nomor kendaraan ganjil-genap, kebijakan *one day off from motorcycle*, pengaturan sistem minimal jumlah penumpang, penggantian lampu biasa dengan lampu LED, serta mematikan AC selama minimal 1 jam. Namun tidak semua skenario dapat diterapkan. Hanya skenario penggantian lampu biasa dengan lampu LED dan mematikan AC selama minimal 1 jam saja yang dapat diterapkan dikarenakan kebijakan plat nomor ganjil-genap, kebijakan *one day off from*

motorcycle, serta pengaturan sistem minimal jumlah penumpang tidak memberikan penurunan emisi gas rumah kaca yang signifikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

- a. Total emisi CO₂, CH₄, dan N₂O yang dihasilkan oleh Fakultas Ekonomi dari kegiatan penggunaan listrik, penggunaan LPG, serta transportasi menunjukkan angka sebesar 607.836,93 kgCO₂eq untuk kegiatan penggunaan listrik, 2.334,154 kgCO₂eq untuk kegiatan penggunaan LPG, serta 4.382,251 kgCO₂eq untuk kegiatan transportasi. Sehingga total emisi CO₂, CH₄, serta N₂O yang dihasilkan dari seluruh kegiatan tersebut adalah 614.553,34 kgCO₂eq dengan persentase 98,91% berasal dari penggunaan listrik, 0,71% dari penggunaan LPG, dan 0,38% dari transportasi.
- b. Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir emisi CO₂, CH₄, serta N₂O di fakultas ekonomi adalah sebagai berikut :
 - 1) Penggantian lampu TL biasa dengan TL Led mampu menurunkan daya listrik dari pemakaian lampu sebesar 52,425 kWh per harinya, dengan efisiensi sebesar 2,41% terhadap jumlah emisi gas rumah kaca penggunaan listrik. Efisiensi minimalisasi terhadap total emisi gas rumah kaca Fakultas Ekonomi adalah sebesar 2,36%.
 - 2) Mematikan AC selama 1 jam pada saat ruang kelas tidak digunakan, dapat menurunkan emisi gas rumah kaca pemakaian listrik sebesar 7,1%. Efisiensi penurunan emisi gas rumah kaca Fakultas Ekonomi secara total sebesar 7,02%.

4.2. SARAN

- a. Penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan studi potensi emisi gas rumah kaca dapat memasukkan perhitungan dari sumber emisi gas rumah kaca lain seperti penggunaan kertas serta penggunaan bahan bakar solar untuk genset.

- b. Perlu adanya inventarisasi detail terhadap konsumsi bahan bakar untuk genset ataupun jumlah penggunaan kertas agar penelitian yg lebih lanjut terbantu dengan data-data tersebut.
- c. Skenario penggantian lampu biasa dengan lampu LED serta mematikan AC selama minimal 1 jam diharapkan agar bisa diterapkan dengan baik dengan pengawasan yang ketat agar berjalan dengan maksimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Artadi, F (2013) **Studi Jejak Karbon dari Aktivitas di Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia**. Depok: UI Press.
- Awanthi, M.G.G dan C.M Navaratne (2018) **Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming**. *Procedia Engineering*. 212. 729-735.
- Bappenas (2014) **Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi**. Jakarta.
- Ecometrica (2011) **Technical Paper, Electricity – Specific Emission Factors for Grid Electricity**.
- Freije, Afnan Mahmood, Tahani Hussain, dan Eman Ali Salman (2017) **Global Warming Awareness Among The University of Bahrain Science Students**. *Journal of The Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*. Volume 22. 9-16.
- IPCC (2007) **Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, XXX pp**. Cambridge, United Kingdom, and New York: Cambridge University Press.
- IPCC (2014) **Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 151 pp**. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Jinca, M.Y (2009) **Keterpaduan Sistem Jaringan Antar Moda Transportasi di Pulau Sulawesi**. *Jurnal Transportasi*. Volume 9. Nomor 1.
- Kandananond, Karin (2017) **The Greenhouse Gas Accounting of A Public Organization: The Case of A Public University in Thailand**. *Energy Procedia*. 141. 672-676.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2012) **Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku II – Volume 1 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pengadaan dan Penggunaan Energi**. Jakarta.
- Latuconsina, Husain (2010) **Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan**. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. Volume 3. Edisi 1. Hal 30-37.

- Li, X., H. Tan, dan A. Rackes (2015) **Carbon Footprint Analysis of A Student Behaviour For A Sustainable University Campus In China.** *Journal of Cleaner Production.* 30. 1-12.
- Martono (2016) **Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sumber Pembakaran Tetap.** *Jurnal Forum Teknologi.* Volume 6. Nomor 4. 81-92.
- Nurhayati (2017) **Kajian Jejak Karbon Aktivitas Kampus Universitas Satya Negara Indonesia (USNI) Jakarta.** *Jurnal Ilmiah Lingkungan.* Volume 2. Nomor 2. 8-14.
- Rachman, Aditya, dkk (2016) **Kajian Jejak Emisi Karbon-Dioksida Di Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo Indonesia.** *Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.* Volume 8. Nomor 1. 49-58.
- Ramlan, Mohammad (2002) **Pemanasan Global (Global Warming).** *Jurnal Teknologi Lingkungan.* Volume 3. Nomor 1. Hal 30-32.
- Sagala, Septyn, Endro Sutrisno, dan Pertiwi Andarani (2017) **Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Kampus di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.** *Jurnal Teknik Lingkungan.* Volume 6. Nomor 1. 1-9.
- Sprangers, S (2011) **Calculating the Carbon Footprint of Universities.** Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam Press.
- Susana, T (1988) **Karbon Dioksida.** *Oseana 13.* Hal 1-11.
- Sutjahjo, Hari (2007) **Akankah Indonesia Tenggelam Akibat Pemanasan Global.** Bogor : Penebar Plus.
- Utaraskul, Tatsanawalai (2015) **Carbon Footprint of Environmental Science Students in Suan Sunandha Rajabhat University, Thailand.** *Procedia-Social and Behavioral Sciences.* 197. 1156-1160.
- Wahyuningsih, Dewi, Pertiwi Andarani, dan Mochtar Hadiwidodo (2017) **Kajian Jejak Karbon Dari Aktivitas Di Kampus Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.** *Jurnal Teknik Lingkungan.* Volume 6. Nomor 2. 1-11.
- Wardani, Elfebri Pasca, Endro Sutrisno, dan Budi P. Samadikun (2017) **Penentuan Nilai Jejak Karbon (CO₂, CH₄, N₂O) Dari Aktivitas Kampus Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.** *Jurnal Teknik Lingkungan.* Volume 6. Nomor 2. 1-11.
- Wardhani, Rizkita Amelia, Endro Sutrisno, dan Mochtar Hadiwidodo (2017) **Kajian Jejak Karbon di Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Diponegoro.** *Jurnal Teknil Lingkungan.* Volume 6. Nomor 1. Hal 1-9.
- WMO (2014) **Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse in the Atmosphere Based on Global Observations through 2013.** *Geneva.* Nomor 10. ISSN 2078-0796.
- Wulandari, Mira Tri, Hermawan, dan Purwanto (2013) **Kajian Emisi CO₂ Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi**

Kasus Perumahan Sebantengan, Gedang Asri, Susukan RW 07 Kab. Semarang).
Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan.

WRI dan WBSCD (2004) **A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition.** ISBN 1-56973-568-9. USA.