



Kajian Jejak Karbon (*Carbon Footprint*) di FMIPA Universitas Negeri Semarang

M. Rahayuningsih^{*1}, L. Handayani², M. Abdullah³, Solichin⁴, M.S. Arifin⁵

^{1,2,3,4} FMIPA Universitas Negeri Semarang

⁵ Yayasan Akar Banir Semarang

Info Artikel

Article History

Disubmit 29 April 2021

Diterima 25 Juni 2021

Diterbitkan 30 Juni 2021

Kata Kunci

jejak karbon;
carbon footprint;
FMIPA Universitas Negeri
Semarang

Abstrak

Aktivitas manusia yang menghasilkan emisi karbondioksida dan disebut jejak karbon atau carbon footprint memiliki andil besar dalam terjadinya pemanasan global. Sebagai bagian dari sumbangsih terhadap upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan hidup, FMIPA Universitas Negeri Semarang (UNNES) telah secara aktif mengembangkan kebijakan konservasi. Pengembangan program-program di sektor konservasi merupakan salah satu upaya mitigasi perubahan iklim sudah cukup lama berjalan. Namun sampai saat ini berapa jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dan diminimalisir oleh FMIPA UNNES belum diketahui secara pasti. Penelitian ini bertujuan menganalisis jumlah emisi CO₂ di lingkungan FMIPA, memetaan jejak karbon (CO₂) dari kegiatan di kampus, serta mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap emisi CO₂. Waktu pengambilan data dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2020. Metode pengambilan data melalui data primer dan data sekunder. Pengambilan langsung dari pengamatan di lapangan digunakan sebagai data primer, sementara data sekunder didapatkan dari pengumpulan data dari arsip atau catatan yang sudah ada di FMIPA. Jejak karbon dari pengukuran elektronik, sampah, dan transportasi. Dengan menggunakan kalkulator jejak karbon (Ver 2) yang dikembangkan IESR, instrumen data dikonversi menjadi satuan jejak karbon (gram CO₂-ek). Hasil penelitian menunjukkan analisis jejak karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus tahun 2020 di FMIPA sebelum terjadi wabah pandemi Covid-19 sebesar 10.670,25 tonCO₂-eq/bulan. Jejak karbon tersebut mengalami penurunan pada saat terjadi pandemi menjadi sebesar 4.312,27 ton CO₂-eq/bulan. Total jejak karbon ini berupa (I) aktivitas transportasi oleh kendaraan operasional dan penggunaan LPG, (II) aktivitas penggunaan listrik, (III) transportasi dosen, tenaga kependidikan, dan mahasiswa, pemanfaatan dan penggunaan kertas, serta kegiatan yang berkaitan dengan sampah.

Abstract

Human activities that produce carbon dioxide emissions and are called carbon footprints or carbon footprints have a big role in global warming. As part of its contribution to climate change mitigation efforts and environmental preservation, Faculty of Mathematics and Natural Science Universitas Negeri Semarang (FMIPA UNNES) has been actively developing conservation policies. The programs developed as an effort to mitigate climate change have been running for a long time. However, so far it is not certain how much CO₂ emissions are produced and minimized by FMIPA UNNES. The aim of this study was to analyze the amount of CO₂ emissions produced in the FMIPA environment, to map the carbon footprint (CO₂) produced from activities on the UNNES campus, to identify what factors influence CO₂ emissions resulting from activities in FMIPA. The research was conducted from May to October 2020. The data obtained were obtained from primary data and secondary data. Primary data were obtained through field surveys, while secondary data were obtained from existing data. The carbon footprint that will be taken is obtained from electronic measurements, waste and transportation. The data instrument was converted into carbon footprint units (grams CO₂-ek) using a carbon footprint calculator (Ver 2) developed by IESR. The results showed that the carbon footprint generated from campus activities at FMIPA in 2020 before the Covid-19 pandemic outbreak was 10,670.25 ton CO₂-eq / month. This carbon footprint decreased during the pandemic to 4,312.27 ton CO₂-eq / month. This total carbon footprint consists of scope one in the form of transportation activities by operational vehicles and use of LPG, scope two of electricity spending activities, scope three in the form of transportation activities by lecturers, staff, and students, use of paper, and waste disposal.

* E-mail: etak_sigid@mail.unnes.ac.id
Address: Gunungpati, Semarang, Indonesia, 50229

PENDAHULUAN

Penduduk bumi dewasa ini tengah menghadapi ancaman serius akibat dampak perubahan iklim sebagai implikasi dari *global warming* atau pemanasan global. Efek rumah kaca (*Greenhouse Effect*) karena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (GRK) mengakibatkan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi meningkat (Mudiarso, 2003)

Protokol Kyoto (1998) menyebutkan, enam jenis gas yang digolongkan sebagai GRK utama, karbondioksida (CO₂) adalah GRK antropogenik paling penting. Konsentrasi global karbon dioksida pada tahun 2005 meningkat nilainya dari 280 ppm³ ke 379 ppm³. Konsentrasi karbondioksida tersebut jauh melebihi konsentrasi alami lebih dari 650.000 tahun terakhir (180-300 ppm). Dari 10 tahun terakhir (1995-2005 rata-rata: 1,9 ppm per tahun). tingkat pertumbuhan konsentrasi karbondioksida tahunan lebih besar (IPCC, 2007).

Aktivitas manusia diyakini memiliki andil besar dalam terjadinya pemanasan global. Manusia telah banyak memberikan kontribusi emisi GRK melalui berbagai sektor kehidupan. Berdasarkan Data *World Resources Institute*, pada tahun 2005 sektor energi memberikan kontribusi paling besar yaitu 64,5%, sektor pertanian 13,80 %, kehutanan dan alih fungsi lahan sebesar 12,20 %, sektor industri 4,30 %, sektor limbah 3,20 % dan dan sektor pertahanan internasional sebesar 2,10 %.

Sebagai bentuk partisipasi dalam pengurangan emisi, Indonesia meratifikasi Protokol Kyoto melalui pengesahan UU RI No.17 Tahun 2004. Komitmen pemerintah Indonesia dituangkan dalam Program Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Dengan menggunakan sumber pendanaan dalam negeri pada tahun 2020 berusaha menurunkan emisi GRK secara nasional hingga 26%, serta 41% apabila ada dukungan internasional dalam aksi mitigasi (Bappenas, 2010).

Sebagai bagian dari sumbangsih terhadap upaya mitigasi terjadinya perubahan iklim dan pelestarian lingkungan hidup, FMIPA Universitas Negeri Semarang (UNNES) secara aktif telah mengembangkan kebijakan konservasi melalui program HBAT (Hijau, Bersih, Asri, dan Sehat). Program ini merupakan implementasi dari kegiatan UI *Greenmatriks*. Namun sampai sejauh ini belum diketahui secara pasti berapa jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dan diminimalisir khususnya oleh FMIPA UNNES. Oleh karena itu, penting kiranya untuk menganalisis seberapa besar nilai emisi CO₂ yang dihasilkan dari kegiatan di kampus FMIPA UNNES.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian untuk pengambilan data primer dan data sekunder dilakukan di kampus FMIPA UNNES Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Waktu pengambilan data sampai analisis data dilakukan pada bulan Mei-Oktober 2020.

Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder. Total jejak karbon yang dianalisis terdiri dari (I) aktivitas transportasi oleh kendaraan operasional dan penggunaan LPG, (II) aktivitas penggunaan listrik, (III) transportasi dosen, tenaga kependidikan, dan mahasiswa, pemanfaatan dan penggunaan kertas, serta kegiatan yang berkaitan dengan sampah.

Pengambilan data primer melalui pemberian kuesioner dan wawancara baik secara langsung maupun melalui *googleform* kepada responden yaitu civitas akademika FMIPA UNNES (dosen, tendik, dan mahasiswa).

Data sekunder dalam penelitian didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya dan dari arsip atau data yang sudah ada di FMIPA UNNES. Data sekunder ini khususnya didapatkan melalui bagian Umum dan Rumah Tangga di FMIPA UNNES.

Analisis Data

Analisis perhitungan emisi CO₂ dilakukan dengan beberapa perhitungan :

Emisi CO₂ primer

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{EF} \times \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{NVC}$$

konsumsi bahan bakar : bahan bakar yang dikonsumsi (kg/bulan)

EF : faktor emisi CO₂ bahan bakar (satuan massa/MJ)

NVC : Net Calorific Volume (energy content) per unit massa/volume bahan bakar (TJ/ton fuel)

Emisi CO₂ : Jumlah emisi CO₂ (KG)

Konsumsi listrik : listrik yang dikonsumsi (KWh)

EF : Fakot emisi CO₂ konsumsi listrik (satuan massa/MWh)

Emisi CO₂ : jumlah emisi CO₂ (kg)

Emisi CO₂ Sekunder

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{EF} \times \text{konsumsi bahan bakar listrik}$$

Emisi CO₂ total

$$\text{Emisi total} = \text{Emisi CO}_2 \text{ primer} + \text{Emisi CO}_2 \text{ Sekunder}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

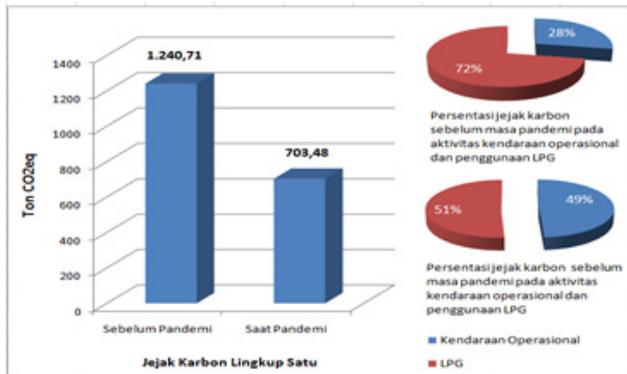
FMIPA UNNES memiliki enam jurusan, yaitu Jurusan Matematika, Jurusan Teknik Fisika, Jurusan Biologi, Jurusan Kimia, Jurusan IPA Terpadu dan Jurusan Ilmu Komputer. Kampus FMIPA UNNES 12 gedung yang terdiri dari 5 gedung perkuliahan, 4 gedung laboratorium, 2 gedung kantor jurusan dan satu gedung kantor dekanat dengan luas total sekitar 29.254 m².

Analisis Jejak Karbon

Lingkup Satu (I)

Analisis Jejak karbon lingkup satu dihitung dari penggunaan bahan bakar untuk transportasi kendaraan

operasional dan LPG pada saat sebelum terjadi pandemi virus Covid-19 (Januari-Maret 2020) dan saat terjadi pandemi (April-Juni 2020). Data penggunaan LPG diambil dari penggunaan LPG di gedung dekanat, kantor jurusan, laboratorium dan kantin di wilayah FMIPA UNNES. Jejak karbon dari lingkup satu pada saat sebelum masa pandemi virus Covid-19 adalah sebesar 1.240,71 tonCO₂-eq/bulan, sedangkan selama masa pandemi sebesar 703,48 tonCO₂-eq/bulan.



Gambar 1. Analisis jejak karbon lingkup satu

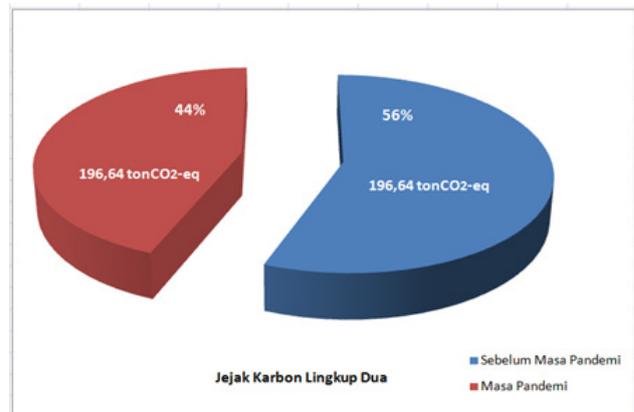
Berdasarkan analisis terlihat adanya penurunan nilai jejak karbon pada lingkup satu yaitu sebesar 537,23 tonCO₂-eq (Gambar 1). Penurunan nilai tersebut dipengaruhi oleh adanya penurunan nilai jejak karbon dari penggunaan LPG. Sebelum masa pandemi nilai rata-rata jejak karbon dari aktivitas penggunaan LPG adalah sebesar 895,39 tonCO₂-eq/bulan dan mengalami penurunan menjadi 358,16 tonCO₂-eq/bulan selama masa pandemi. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya penerapan kebijakan *work from home* dan *study from home* untuk memutus rantai penyebaran virus Covid-19 atau bagian dari protokol kesehatan. Jumlah warga kampus yang berkurang drastis berpengaruh pada menurunnya penggunaan LPG baik di gedung dekanat, kantor jurusan, laboratorium dan kantin di wilayah FMIPA UNNES.

Nilai jejak karbon dari aktivitas kendaraan operasional tidak mengalami penurunan selama masa pandemi (345,32 tonCO₂-eq/bulan). Padahal, selama masa pandemi aktivitas kegiatan di luar kampus sangat dibatasi dan sebagai gantinya pertemuan seperti rapat dan koordinasi dilakukan secara virtual. Nilai jejak karbon dari aktivitas kendaraan operasional yang tidak mengalami penurunan diduga karena alasan serapan anggaran. Anggaran bahan bakar untuk kendaraan operasional tetap dibelanjakan seperti biasanya meski penggunaannya mengalami penurunan agar target serapan anggaran dapat tercapai.

Lingkup Dua

Jejak karbon pada lingkup dua diperoleh dari perhitungan aktivitas penggunaan listrik. Data sekunder menunjukkan untuk nomor rekening pelanggan di Perusahaan Listrik Negara (PLN) UNNES hanya memiliki satu nomor rekening. Nomor rekening tersebut termasuk penggunaan listrik di seluruh fakultas di UNNES. Untuk itu, data penggunaan listrik oleh FMIPA UNNES dilakukan dengan perhitungan perbandingan total luas gedung di FMIPA UNNES dengan luas keseluruhan gedung di UNNES.

Hasil perhitungan didapatkan nilai rata-rata jejak karbon bulanan dari aktivitas penggunaan listrik (lingkup dua) sebelum masa pandemi adalah sebesar 196,64 tonCO₂-eq sedangkan nilai rata-rata jejak karbon bulanan pada masa pandemi adalah sebesar 154,78 tonCO₂-eq (Gambar 2)



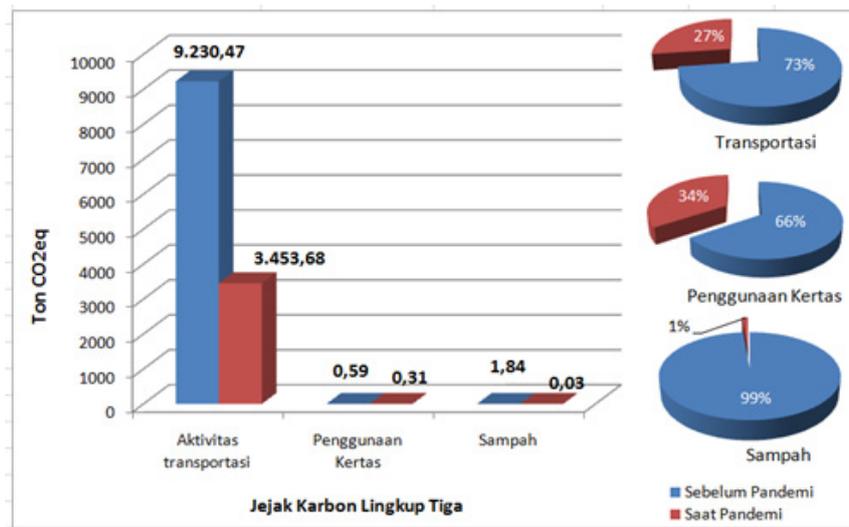
Gambar 2. Analisis jejak karbon lingkup dua

Berdasarkan analisis, terdapat penurunan nilai rata-rata jejak karbon bulanan dari aktivitas penggunaan listrik yaitu sebesar 41,86 tonCO₂-eq. Penurunan jejak karbon tersebut diperkirakan berasal dari menurunnya penggunaan energi listrik untuk kegiatan perkuliahan dan kegiatan operasional di kampus FMIPA UNNES. Aktivitas perkuliahan selama masa pandemi dilakukan secara virtual, sehingga penggunaan energi listrik untuk peralatan elektronik penunjang perkuliahan baik di gedung-gedung perkuliahan maupun di laboratorium mengalami penurunan. Kontribusi penurunan jejak karbon juga diperkirakan berasal dari menurunnya kegiatan operasional kampus yang menggunakan peralatan elektronik sebagai akibat dari kebijakan pembatasan jumlah dosen dan karyawan yang bekerja di kantor.

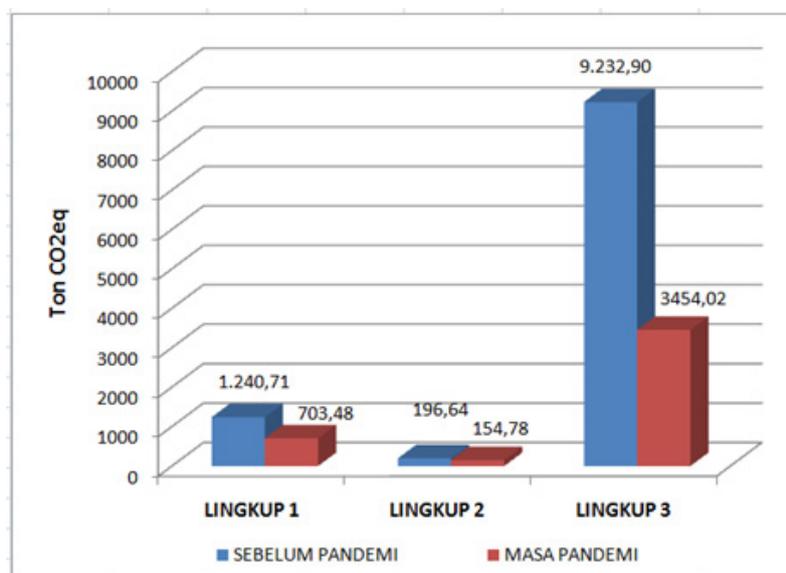
Lingkup Tiga

Analisis jejak karbon di lingkup tiga meliputi aktivitas transportasi, penggunaan kertas, dan dari pengamatan timbunan sampah. Hasil analisis aktivitas transportasi didapatkan melalui 123 questioner, terdiri dari mahasiswa, tendik dan dosen. Sementara untuk pemakaian kertas questioner hanya dibagikan kepada mahasiswa. Analisis total jumlah timbunan sampah di FMIPA UNNES didapatkan melalui data sekunder berupa data pada tahun-tahun sebelumnya dan studi literatur. Total rata-rata jejak karbon bulanan yang dihasilkan dari lingkup tiga yang meliputi aktivitas transportasi warga kampus, penggunaan kertas dan timbunan sampah adalah sebesar 9.232,9 tonCO₂-eq/bulan sebelum masa pandemi dan 3.454,02 tonCO₂-eq/bulan selama masa pandemi (Gambar 3).

Hasil analisis kegiatan transportasi menunjukkan mahasiswa, staf dan dosen menjadi penyumbang jejak karbon tertinggi diantara aktivitas lainnya baik di lingkup satu, dua, maupun tiga. Aktivitas transportasi menyumbang jejak karbon sebesar 9.230,47 tonCO₂-eq/bulan pada saat sebelum pandemi, kemudian mengalami penurunan sebesar 5.776,9 tonCO₂-eq menjadi 3.453,68 tonCO₂-eq/bulan selama masa pandemi. Penerapan kebijakan *work from home*



Gambar 3. Analisis ejak karbon lingkup tiga



Gambar 4. Analisis Total Jejak karbon dari aktivitas kampus di FMIPA UNNES

dan *study from home* telah mampu menekan penggunaan kendaraan bermotor oleh mahasiswa, staf dan dosen FMIPA UNNES sehingga mengalami penurunan yang sangat signifikan. Efek dari menurunnya penggunaan kendaraan bermotor adalah penurunan konsumsi bahan bakar yang selanjutnya berimplikasi terhadap menurunnya jejak karbon kampus.

Total Jejak Karbon FMIPA UNNES

Hasil analisis total jejak karbon dari lingkup satu, lingkup dua, dan lingkup tiga pada saat sebelum masa pandemi dan selama masa pandemi berturut-turut sebesar 10.670,25 tonCO₂-eq/bulan dan 4.312,27 tonCO₂-eq/bulan. Emisi terbesar dihasilkan dari lingkup tiga yaitu 9.232,9 tonCO₂-eq/bulan sebelum masa pandemi dan 3.454,02 tonCO₂-eq/bulan selama masa pandemi (Gambar 4). Penelitian mengenai jejak karbon di beberapa kampus lain di Indonesia, seperti di Universitas Jambi (Fakultas Sains dan Teknologi Kampus Pinang Masak) dan di kampus Fakultas Ilmu Budaya Universitas Diponegoro juga menunjukkan bahwa jejak karbon terbesar dihasilkan dari lingkup 3, den-

gan rincian masing-masing sebesar 1.125 ton.CO₂-eq (Aziyah et al., 2017) dan 427,38 ton.CO₂-eq (Handika, 2019).

Berdasarkan Gambar 4, secara umum jejak karbon dari aktivitas kampus FMIPA UNNES mengalami penurunan selama masa pandemi. Wabah covid-19 selain menyebabkan dampak kesehatan yang sangat merugikan juga memaksa untuk melakukan kebiasaan baru sesuai dengan protokol kesehatan yang dianjurkan pemerintah. Tanpa disadari kebiasaan baru tersebut telah memaksa kita untuk melakukan berbagai efisiensi yang berdampak pada penurunan jejak karbon kampus. Beberapa kebiasaan baru, khususnya perilaku efisiensi dapat terus dilakukan sehingga menjadi budaya sehari-hari meskipun wabah covid-19 ini akan berakhir di kemudian hari. Melalui upaya efisiensi ini diharapkan berkontribusi dalam menjaga kestabilan iklim global.

Efisiensi penggunaan kendaraan bermotor sebenarnya bukan merupakan hal baru di kampus UNNES. Efisiensi penggunaan kendaraan bermotor pernah dilakukan di kampus UNNES sekitar tahun 2013-2015 melalui penerapan kebijakan “berjalan kaki di kampus atau memilih

transportasi publik". Kebijakan tersebut sayangnya hanya berjalan sesaat karena adanya berbagai konflik kebijakan dan juga perencanaan yang kurang matang. Berkaca dari hasil penelitian ini, dimana penurunan penggunaan kendaraan bermotor selama pandemi dapat menurunkan jejak karbon di kampus FMIPA UNNES sebesar 5.776,9 tonCO₂-eq dari 9.230,47 tonCO₂-eq/bulan menjadi 3.453,68 tonCO₂-eq/bulan, maka kebijakan "berjalan kaki di kampus atau memilih transportasi publik" dapat dipertimbangkan untuk diterapkan Kembali.

KESIMPULAN

Jejak karbon di FMIPA mengalami penurunan pada saat terjadi pandemi pada tahun 2020 menjadi sebesar 4.312,27 tonCO₂-eq/bulan. Aktivitas kampus di FMIPA sebelum terjadi wabah pandemi Covid-19 tercatat menghasilkan jejak karbon sebesar 10.670,25 tonCO₂-eq/bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artadi, F. 2013. Studi Jejak Karbon dari Aktivitas di Kampus Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok: UI Press.
- Azeez, I. dan Ho, S.C. 2015. Realizing Low Carbon Emission in the University Campus towards Energy Sustainability, *Open Journal of Energy Efficiency*, 4, 15-27. Scientific Research Publishing Inc.
- Damanhuri dan Padmi. 2010. Diklat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah. FTSL ITB.
- Ecometrica. 2011. Technical Paper, Electricity - Specific Emission Factors for Grid Electricity. EPA Victoria. 2013. Information Bulletin. Greenhouse Gas Emission Factors for Office Copy Paper.
- Grisebach, M. 2003. How Much Power does You PC Consume?. IST-System: University of Waterloo.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume II: Energy. Japan: IGES.
- 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.
- 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.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku II – Volume 4 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengelolaan Limbah. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Saputri, MD. 2014. Evaluasi Lokasi Eksisting Shelter dan Karakteristik Pengguna Bus Rapid Transit (BRT) Trans - Semarang pada Dua Koridor Pelayanan di Kota Semarang Intisari. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Vasquez, L., Iriarte, A., Almeida, M., Villalobos, P. 2015. Evaluation of Greenhouse Gas Emissions and Proposals for Their Reduction at a University Campus in Chile. Elsevier 924-930.
- Wiedmann, T. & Minx, J. 2008. A Definition of 'Carbon Footprint'. C. C. Pertsova, Ecological Economics Research Trends. Chapter 1, pp. 1-11., Hauppauge NY: Nova Science Publishers.
- WMO. 2014. Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse in the Atmosphere Based on Global Observations through 2013. Geneva. No. 10. ISSN 2078-0796.
- WRI dan WBSCD. 2004. A Corporate Accounting and Reporting Standard Revised Edition. ISBN 1-56973-568-9. USA
- Brander, Matthew & Sood, A. & Wylie, C. & Haughton, A. & Lovell, J.. (2011). Electricity-specific emission factors for grid electricity. Ecometrica.