

ANALISIS EMISI CO₂ DI KAMPUS UIN SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA

¹A. Silvan Erusani, ^{1,2}Nurmaya Arofah

¹Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir H. Juanda No. 95 Ciputat, Tangerang Selatan, Indonesia, 15412

²Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir H. Juanda No. 95 Ciputat, Tangerang Selatan, Indonesia, 15412

¹Email: sylvanerusani@uinjkt.ac.id

(Diterima 23 November 2021 | Disetujui 18 Januari 2021 | Diterbitkan 31 Maret 2022)

CO₂ EMISSION ANALYSIS ON CAMPUS SYARIF HIDAYATULLAH STATE ISLAMIC UNIVERSITY JAKARTA

Abstract

The purpose of this study was to determine carbon dioxide (CO₂) emissions generated by the population of the academic community (lecturers, employees and students) and motor vehicle transportation in the campus of UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, which is located on Jalan Juanda as the study location because it is the center of the campus. The method used in this research is survey and calculation. The calculation results show that CO₂ emissions produced by humans from all residents on campus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, totaling 24,126 people, produce CO₂ emissions of 3,136 kg/hour or equivalent to 25,091 kg/day or equivalent to 6,021,849 kg/year. Meanwhile, the amount of CO₂ emissions from motor vehicles (cars and motorcycles) is 4299,121 kg/hour or the equivalent of 8,254.3 tons/year.

Keywords: Carbon Dioxide Emission, Campus, Green House Gas, Transportation

PENDAHULUAN

Emisi gas rumah kaca merupakan hasil dari kegiatan manusia yang dapat meningkatkan konsentrasi gas-gas rumah kaca seperti CO_x, NO_x dan CH₄ sehingga mengakibatkan pemanasan global (Soedomo, 2001). Menurut USEPA, 2019 bahwa 29% emisi gas rumah kaca berasal dari sektor transportasi, lebih dari 90 % bahan bakar yang digunakan untuk transportasi berbasis minyak bumi, yang menghasilkan gas buang CO₂. Aktivitas transportasi yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan emisi gas buang CO₂, hal tersebut dapat mengakibatkan pemanasan global (Kusumawardani dan Ardy, 2017; Sihotang dan Assomadi, 2010).

Kendaraan bermotor merupakan alat transportasi utama saat ini yang dapat mengefisiensi waktu seseorang dalam melakukan mobilisasi. Penggunaan kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat semakin meningkat, sehingga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan (Sutanhaji, 2018). Dampak lingkungan yang ditimbulkan adalah kebisingan, kemacetan, hingga pencemaran udara yang diakibatkan oleh emisi gas buang dari mesin kendaraan (Astra, 2010). Faktor penyebab pencemaran udara yang paling

dominan adalah emisi gas buang dari hasil pembakaran mesin kendaraan bermotor (Rosianasari, 2016).

Saat ini di Indonesia, gaya hidup ramah lingkungan sudah mulai dilakukan oleh banyak kampus melalui konsep *green campus*. *Green campus* merupakan suatu upaya pengelolaan lingkungan untuk mewujudkan lingkungan kampus yang berwawasan lingkungan dengan mengedepankan konservasi sumberdaya, preservasi sumber daya, restorasi sumber daya yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan lingkungan, sehingga menjadikan kampus berkelanjutan dalam setiap aspek pengelolaannya. Lingkungan kampus sebagai bagian dari ekosistem perkotaan yang tidak terpisahkan, sehingga berkontribusi dalam pemakaian energi baik dalam meningkatkan maupun menurunkan pemanasan global.

UIN Syarif Hidayatullah Jakarta merupakan salah satu Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Negeri (PTKIN) terbesar di Indonesia yang lokasinya berada di Kelurahan Ciputat Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten dan terletak pada koordinat 106° 45' 18.864" BT dan 6° 18' 23.409" LS. Luas wilayah kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta adalah 65.870 (UIN Jakarta, 2018). Kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta saat ini terdapat berbagai bangunan dan aktifitasnya yang kompleks karena banyaknya jumlah penduduk atau civitas akademika. Dampak negatif yang dapat ditimbulkan adalah menurunnya kualitas lingkungan kampus 1 yaitu kebutuhan oksigen berkurang serta tingginya polutan seperti CO₂ (karbondioksida) yang dihasilkan oleh penduduk kampus / civitas akademika. Tingginya kadar CO₂ di udara berdampak pada lingkungan yang tidak sehat (Dahlan,2007).

Berdasarkan data dari bagian Kepegawaian dan Akademik UIN Syarif Hidayatullah Jakarta pada bulan Oktober-November tahun 2018, Jumlah seluruh civitas akademik 30.157 jiwa dengan rincian jumlah mahasiswa 28.485 jiwa, sedangkan data tenaga pendidik dosen tetap 970 jiwa, dan tenaga kependidikan 702 jiwa. Besarnya jumlah mahasiswa di Kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, sebagian besar menggunakan kendaraan sepeda motor sebagai alat transportasi utama, hal ini menyebabkan tingginya emisi gas buang kendaraan sepeda motor di kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Konsentrasi emisi gas buang CO₂ terlalu tinggi akan menyebabkan gangguan kesehatan dan dapat menyebabkan terbentuknya gas rumah kaca.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat emisi CO₂ yang dihasilkan oleh respirasi manusia dan kendaraan bermotor di lingkungan kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Sehingga dapat diketahui persebaran emisi CO₂ yang terdapat di kawasan kampus 1, selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk perencanaan penataan ruang terbuka hijau di Kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, sehingga dapat mengurangi dampak pemanasan global.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang berlokasi di jalan Juanda sebagai lokasi studi karena merupakan pusat kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dan terdapat berbagai bangunan serta aktifitasnya seperti gedung rektorat, auditorium, pusat laboratorium terpadu, gedung akademik, perpustakaan universitas, dan 7 (tujuh) gedung fakultas.

Penelitian ini menggunakan metode campuran yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif (Subiyakto *et al.* 2016). Metode kuantitatif digunakan untuk memperoleh data dari unit-unit yang ada di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Data yang diperoleh merupakan data primer dan data sekunder. Data primer dalam penelitian ini adalah hasil perhitungan dari jumlah kendaraan yang masuk dan keluar di lingkungan kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Sedangkan data sekunder sumbernya dari Dokumen Akreditasi Institusi Perguruan Tinggi (AIPT), Lembaga Penjaminan Mutu, Bagian Organisasi Kepegawaian dan Perundang-undangan (OKP) dan Bagian Akademik Kemahasiswaan dan Kerjasama (AAKK). Sedangkan metode kualitatif digunakan menganalisis data yang diperoleh dari studi lapangan dan kepustakaan dengan menjelaskan dan mendeskripsikan realitas objek penelitian yang diperoleh dari hasil penelitian (Erusani dan Aji, 2022).

Tahapan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah peta kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, *counter*, kamera, alat tulis untuk mencatat jumlah dan jenis kendaraan dan komputer untuk mengolah data. Analisis jumlah emisi yang bersumber dari manusia dan kendaraan bermotor di kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dilakukan pada bulan Oktober sampai bulan November tahun 2018 dengan melakukan pengamatan selama 1 bulan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

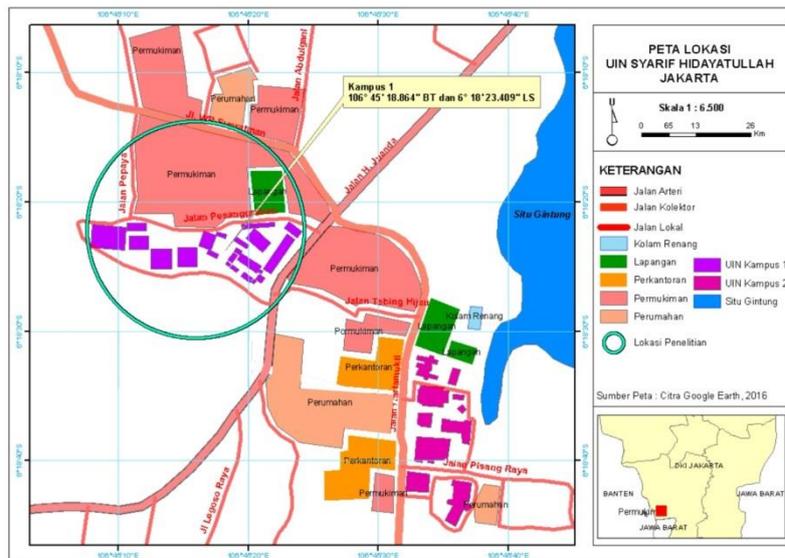
Langkah ke 1 dilakukan perhitungan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari respirasi penduduk UIN Syarif Hidayatullah Jakarta (Dosen, pegawai dan mahasiswa) dan kendaraan bermotor. Penentuan Emisis CO₂ dari respirasi manusia menggunakan Persamaan 1 dan 2 (Sutanhaji *et al.* 2018)

$$\text{Emisi CO}_2 = n \times \text{FE} \quad (1)$$

dimana n adalah Jumlah penduduk (jiwa) dan FE adalah faktor emisi CO₂ dari respirasi manusia adalah 3,2 kg CO₂/jiwa.hari.

$$\text{Emisi manusia} = \text{jumlah penduduk} \times 0.13 \text{ kg/jam} \times \text{jam operasional kampus} \times 240 = \text{kg/tahun.} \quad (2)$$

Langkah ke 2, penentuan zona dilakukan sebelum menghitung CO₂ dari kendaraan bermotor. Penentuan zona dibuat karena dalam perhitungan beban emisi CO₂ dari kendaraan bermotor diperlukan panjang jalan perhitungan volume kendaraan yang masuk dan keluar UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, untuk mengetahui jumlah volume kendaraan, perhitungan dilakukan di pintu masuk dan pintu keluar kampus satu. Lokasi Sampling berada pada titik kordinat: Kelurahan Ciputat Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten dan terletak pada koordinat 106° 45' 18.864" BT dan 6° 18' 23.409" LS, Peta lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Langkah ke-3 dilakukan pengukuran panjang jalan di lingkungan kampus 1 untuk mengetahui jumlah konsumsi BBM dari kendaraan bermotor.

Langkah ke-4 untuk mendapatkan *trend* dan rata-rata volume kendaraan harian maka perhitungan volume kendaraan dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali yaitu : periode ke- 1 adalah perhitungan volume kendaraan yang dilakukan pada pagi hari antara pukul (07.00 - 09.00) WIB (pada saat waktu masuk kerja). Periode ke-2 adalah perhitungan volume kendaraan yang dilakukan pada siang hari antara jam (11.00 - 13.00) WIB (pada saat waktu istirahat kerja). Periode ke-3 merupakan perhitungan volume kendaraan yang dilakukan pada sore hari antara jam 15.00 s/d 17.00 WIB (pada saat waktu pulang kerja).

Langkah ke-5 dilakukan perhitungan volume kendaraan yang mengakses jalan di lingkungan kampus satu dengan melewati pintu masuk dan pintu keluar, perhitungan jumlah kendaraan diklasifikasikan menjadi 3 kelompok dikarenakan tidak semua jenis kendaraan dibolehkan untuk mengakses jalan kampus. Kelompok 1, yaitu Mobil Penumpang (MP) terdiri dari mobil pribadi, bus sedang, mobil *pick up* terbuka/tertutup, taksi, jeep dan van. Kelompok 2, yaitu Sepeda Motor (SM) dengan asumsi semua kendaraan bermotor beroda dua yang masuk ke kampus memiliki kapasitas mesin 0 – 250 cc.

Langkah ke-6 dilakukan perhitungan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari per jenis kendaraan yang melewati ruas jalan di lingkungan kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dengan menggunakan Persamaan 3 (Roshinta dan Sarwoko, 2016).

$$Q = Ni \times Fei \times Ki \times L$$

dimana Q adalah jumlah emisi dalam g/jam, Ni adalah jumlah kendaraan bermotor tipe i (kendaraan/jam), Fi adalah faktor emisi CO₂ untuk jenis kendaraan roda dua (motor) adalah 3,180 g/kg BBM dan jenis kendaraan roda empat (mobil) adalah 3,178 g/kg BBM (PERMENLH, 2010). Ki merupakan konsumsi energi spesifik tipe-i (liter/100 km) berdasarkan jenis kendaraan untuk mobil penumpang yang berbahan bakar bensin sebesar

11,79 L/100 km sedangkan sepeda motor sebesar 2,66 L/100 km. L adalah panjang jalan (km).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rona lingkungan di lokasi kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta di jalan Ir. H. Juanda No. 95 Kota Tangerang Selatan berada di lingkungan padat penduduk dengan berbagai aktifitas yang ada di sekitar kampus, sehingga kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta masuk ke dalam kategori kampus urban yang kondisi lingkungannya juga sudah dipengaruhi oleh berbagai aktifitas masyarakat perkotaan. Keberadaan kampus UIN Syarif Hidayatullah dengan berbagai aktifitas di dalam kampus terutama pada sektor transportasi, dapat menyumbangkan penurunan kualitas udara ambien dari emisi gas CO₂ kendaraan bermotor yang keluar dan masuk kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Selain Kendaraan bermotor sumber emisi CO₂ juga berasal dari respirasi manusia yang berada di kampus uin UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari respirasi Manusia (Dosen, Pegawai dan mahasiswa) UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Kampus 1

Respirasi manusia mampu menghasilkan CO₂ sebesar 3,2 kg CO₂/hari atau setara dengan 0,13 kg CO₂/jam (Rachmayanti dan Sarwoko, 2020). Diasumsikan setiap orang penduduk UIN Syarif Hidayatullah Jakarta menghasilkan jumlah CO₂ yang sama setiap harinya, sehingga dapat dilakukan perhitungan emisi CO₂ yang bersumber dari manusia dengan menggunakan Persamaan 1. Untuk menghitung sumber emisi dari manusia diperlukan data jumlah dosen, pegawai dan mahasiswa (penduduk UIN Syarif Hidayatullah Jakarta) yang beraktifitas di kampus satu selama 8 jam/ hari sesuai dengan hari dan jam operasional kampus (08.00 – 16.00 WIB) dan 5 hari kerja dalam 1 minggu (senin-jumat). Total jumlah Penduduk UIN Syarif Hidayatullah Jakarta di kampus 1 (dosen, pegawai dan mahasiswa) berjumlah 24.126 jiwa dengan kategori dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Populasi Penduduk Kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

No	Kategori Status	Jumlah Total Universitas (jiwa)	Jumlah Populasi Kampus 1
1	Dosen	970	776
2	Tenaga Kependidikan	702	562
4	Mahasiswa	28.485	22.788
	TOTAL	30.157	24.126

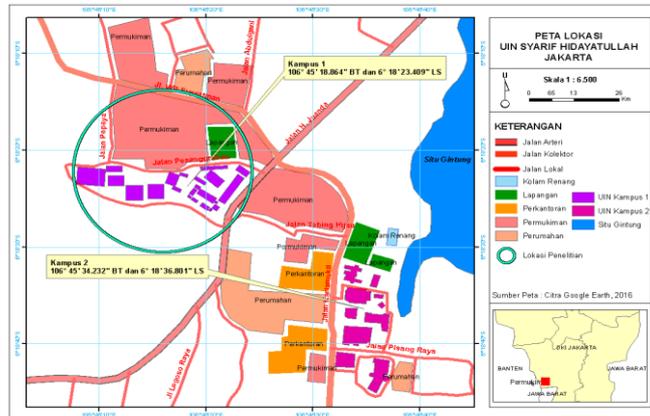
Sumber data Borang AIPT 2017

Hasil perhitungan emisi CO₂ yang dihasilkan manusia dari seluruh penduduk di kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta (Tabel 1) dengan jumlah 24.126 jiwa menghasilkan emisi CO₂ sebesar 3.136 kg/jam atau setara dengan 25.091 kg/hari atau setara 6.021.849 kg/tahun.

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari transportasi

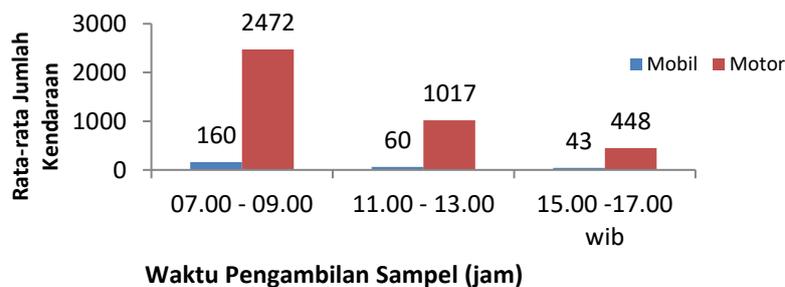
Kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta lokasinya berada di Kelurahan Ciputat Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten dan terletak pada koordinat 106° 45' 18.864" BT dan

6° 18' 23.409" LS. Luas wilayah kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta adalah 65.870 m² (6,5 hektar). Peta lokasi kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 2. Peta Lokasi Kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Kondisi Geometri jalan kampus satu sepanjang 1,1 km dimulai dari pintu masuk rektorat hingga pintu keluar kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Secara umum jalan kampus satu dapat dikategorikan jalan dengan geometric lurus dengan kontur datar tidak ada turunan dan tanjakan yang berarti. Untuk mengetahui *trend* dan rata-rata jumlah kendaraan harian yang masuk dan keluar kampus satu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dilakukan tiga kali periode perhitungan pengukuran jumlah kendaraan yaitu pada pagi, siang dan sore hari. Dari setiap kendaraan yang masuk dan keluar kampus satu diklasifikasi kendaraan menjadi 2 (dua) jenis kendaraan yang dikelompokkan menjadi: Mobil Penumpang (MP) dan Sepeda motor (SM). Berikut rata-rata hasil pengamatan kendaraan masuk dan keluar UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 3. Jumlah Rata-Rata Kendaraan Masuk Kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Kendaraan yang Masuk Kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Jenis kendaraan	Rata-rata per hari (kendaraan / 8 jam)		Rata-rata per jam (kendaraan/jam)	
	Tiap Jenis	Total	Tiap Jenis	Total
Mobil	263	4200	33	525
Motor	3937		492	

Tabel 2 merupakan hasil penghitungan jumlah kendaraan yang masuk kampus UIN Syarif Hidayatullah dilakukan pada pintu masuk, total panjang jalan kampus satu sepanjang 1,1 Km dan memiliki 1 pintu masuk dan 1 pintu keluar, pertimbangan memilih satu titik pengukuran dikarenakan panjang jalan kampus satu hanya sepanjang 1,1 km selain itu hanya ada 1 akses masuk kendaraan dan 1 akses pintu keluar. pengukuran kendaraan yang melewati pintu masuk kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta menunjukkan kesibukan dari aktifitas kampus tersebut. Jumlah rata-rata kendaraan yang masuk kampus menunjukkan jumlah yang besar dan variasi kendaraannya terdiri dari berbagai jenis yaitu kendaraan roda empat jenis mobil penumpang (MP) sebanyak 33 kendaraan/jam, dan kendaraan roda dua (motor) dengan kapasitas mesin 0 – 250 cc sebanyak 492 kendaraan /jam.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat kesibukan di pintu masuk kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta terjadi pada pukul 07:00 – 09:00 pagi dan 11:00 – 13:00 siang hari, sedangkan pada sore hari antara pukul 15.00-17.00 WIB kendaraan yang masuk ke kampus semakin berkurang. Pola ini terlihat hampir setiap hari kecuali hari sabtu dan minggu yang mana merupakan hari libur.

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor di Lingkungan kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dihitung menggunakan Persamaan 3. Faktor emisi CO₂ yang digunakan yaitu 3,180 g/kg BBM untuk jenis kendaraan roda dua (motor) dan 3,178 g/kg (PERMENLH, 2010), satuan beban emisi dalam g/kg dikonversi menjadi g/L, sehingga dibutuhkan massa jenis bensin untuk menghasilkan faktor emisi dengan satuan g/L. Menurut Roshintha dan Sarwoko, 2016, massa jenis bensin (premium) adalah 0,724 kg/L. Sehingga didapatkan faktor emisi CO₂ untuk mobil adalah 2.300,87 g/L dan motor adalah 2.302,32 g/L. Sehingga diperoleh hasil perhitungan jumlah emisi CO₂ dari kegiatan transportasi di kampus satu sebesar 4.299,121 kg/jam atau setara 8.254,3 ton/tahun. Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor, jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian (Kusumawardani dan Ardy 2017), yaitu emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 3.996,92 ton/tahun. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tingkat emisi gas CO₂ di lingkungan kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta masih relatif tinggi, sehingga diperlukan tindak lanjut dalam mengatasi emisi gas CO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor seperti penambahan Ruang Terbuka Hijau (pembuatan *vertical garden*) dan penataannya yang tepat sehingga efektif dalam menyerap emisi gas CO₂ yang dihasilkan dari kendaraan bermotor dan respirasi manusia.

KESIMPULAN

Jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan dari dosen, pegawai dan mahasiswa adalah 25.091 kg/hari atau setara 6.021.849 kg/tahun. Sedangkan dari kendaraan bermotor (mobil dan motor) sebesar 9799,377 g/jam, maka jumlah total CO₂ yang dihasilkan kendaraan bermotor sebesar 4299.121 kg/jam atau setara 8.254,3 ton/tahun. Agar emisi gas CO₂ dapat berkurang, maka diperlukan kajian analisis ruang terbuka hijau di lingkungan kampus 1 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Astra, I. M. 2010. Energi dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* vol. 11 No.2: 131-139.
- Dahlan E.N., 2007., Jumlah Emisi Gas CO₂ dan pemilihan jenis Tanaman Berdaya Rosot Sangat Tinggi: studi kasus di Kota Bogor . *Jurnal Konservasi* vol 13. No. 2: 85-89.
- Erusani, A.S., Aji, A. C. 2022. Anthropogenic activities of illegal mine resistance to the environment and social economic dynamics. *International Journal of Social Science (IJSS)* Vol.1 No.5, pp: 853-858.
- Kusumawardani D, Ardy M, N., 2017, Analisis besaran emisi gas CO₂ kendaraan bermotor pada kawasan industri sier surabaya, *J. Tek. ITS*, vol. 6, No. 2: 2337-3520
- PERMENLH, 2010, Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah, PERMENLH Nomor 12 Tahun 2010.
- Rachmayanti, L dan Sarwoko Mangkoedihardjo, 2020, Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Zona Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus), *Jurnal Teknik ITS* Vol. 9, No. 2
- Roshintha R, R dan Sarwoko Mangkoedihardjo, 2016, Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) pada Kawasan Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5, No. 2
- Rosianasari, N., 2016., Analisis Karakteristik Emisi CO dan CO₂ Kendaraan Roda Dua di Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin., Skripsi., Prodi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Sihotang, S. R. dan Assomadi, A. F. 2010. Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) Dari Kontribusi Kendaraan Bermotor Di Kampus ITS Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Soedomo, M. 2001. Pencemaran Udara. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Sutanhaji A. T, Fajri A Putri G. R, 2018. "Pemetaan distribusi emisi gas karbon dioksida (CO₂) dengan sistem informasi geografis (SIG) pada kota blitar," *J. Sumberd. Alam dan Lingkung.*, vol. 5, No. 1, pp. 34–42.
- Subiyakto, A., Ahlan, A. R., Kartiwi, M., & Putra, S. J. 2016. Measurement of the information system project success of the higher education institutions in Indonesia: a pilot study. *International Journal of Business Information Systems*, 23(2), 229–247.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2019. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#t1fn2>