

No: 022 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/VII/2022

Laporan Tugas Akhir

**PENYUSUNAN STRATEGI PENURUNAN EMISI GAS
RUMAH KACA DARI SEKTOR TRANSPORTASI DI
KOTA DEPOK**



Disusun Oleh:

Ayunindya W. Putri H.

21080119140122

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui Laporan Tugas Akhir Penyusunan Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sektor Transportasi di Kota Depok oleh :

Nama : Ayunindya Wahyu Putri Harjanti

NIM : 21080119140122

Telah disetujui dan disahkan pada,

Tanggal : Juni 2023

Menyetujui,

Penguji I

Prof. Ir. Mochamad Arief Budihardjo, S.T.,
M.Eng.Sc, Env.Eng, Ph.D., IPM., ASEAN Eng..

NIP. 197409302001121002

Penguji II

Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPM.,
ASEAN Eng.

NIP. 197208302000031001

Pembimbing I

Dr. Ir. Haryono S. Huboyo S.T.,M.T.,IPM.
ASEAN Eng.

NIP. 197402141999031002

Pembimbing II

Ir. Nurandani Hardyanti S.T.,M.T.,IPM.
ASEAN Eng.

NIP. 197301302000032001

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Dr. Ing. Sudarno S.T.,M.Sc.

NIP. 197401311999031003

ABSTRAK

Bidang transportasi menjadi salah satu sektor penyumbang emisi gas rumah kaca utama di Indonesia, dengan konsentrasi 23% dari total emisi gas rumah kaca CO₂ yaitu 68 juta ton CO_{2e} dari sektor energi atau 20,7% dari emisi CO₂ global di Indonesia. Perencanaan strategi reduksi emisi gas rumah kaca dari sektor transportasi di Kota Depok bertujuan untuk: (1) menganalisa hasil inventarisasi dan proyeksi emisi gas rumah kaca di Kota Depok, (2) menganalisa hasil survey dengan metode SWOT dan QSPM berdasarkan pendapat ahli dalam menentukan strategi penurunan emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok., dan (3) merumuskan *draft* regulasi yang berisikan perencanaan strategi menurunkan gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok. Hasil inventarisasi gas rumah kaca yang dilakukan dihasilkan kuantitas beban emisi gas rumah kaca sumber VKT total sebesar 26.773 Gg CO_{2e}, beban emisi gas rumah kaca sumber VKT garis sebesar 34.523 Gg CO_{2e}, dan beban emisi gas rumah kaca sumber VKT area sebesar 14.995 Gg CO_{2e}. Prioritas strategi reduksi emisi gas rumah kaca adalah pengembangan sistem *Bus Rapid Transit* (BRT), penerapan *Intelligent Transport System* (ITS), peremajaan angkutan umum, dan optimalisasi manajemen parkir. Dengan penerapan strategi reduksi mitigasi rumah kaca yang direncanakan dapat mereduksi gas rumah kaca mencapai 85% dalam 10 tahun periode perencanaan.

Kata Kunci: Kota Depok, gas rumah kaca, sektor transportasi

ABSTRACT

The transportation sector is one of the main contributors to greenhouse gas emissions in Indonesia, with a concentration of 23% of total CO₂ greenhouse gas emissions, namely 68 million tonnes of CO_{2e} from the energy sector or 20.7% of global CO₂ emissions in Indonesia. Planning a strategy for reducing greenhouse gas emissions from the transportation sector in Depok City aims to: (1) analyze the results of inventories and projections of greenhouse gas emissions in Depok City, (2) analyze survey results using the SWOT and QSPM methods based on expert opinion in determining a reduction strategy greenhouse gas emissions in the transportation sector in Depok City, and (3) to formulate a draft regulation that contains strategic plans to reduce greenhouse gases in the transportation sector in Depok City. The results of the greenhouse gas inventory carried out resulted in a total quantity of VKT source greenhouse gas emission load of 26,773 Gg CO_{2e}, a line VKT source greenhouse gas emission load of 34,523 Gg CO_{2e}, and an area VKT source greenhouse gas emission load of 14,995 Gg CO_{2e}. The priority for the strategy for reducing greenhouse gas emissions is implementing the Bus Rapid Transit (BRT) system, implementing the Intelligent Transport System (ITS), rejuvenating public transportation, and optimizing parking management. With the implementation of the planned reduction of greenhouse gas mitigation strategies, greenhouse gases can be reduced by up to 85% within a 10 year planning period.

Keywords: Depok City, greenhouse gasses, transportation sector

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi lingkungan merupakan salah satu unsur kehidupan manusia yang utama dan perlu untuk diperhatikan serta dijaga untuk dapat mempertahankan kehidupan manusia itu sendiri. Salah satu fenomena alam yang sedang menjadi perhatian bagi masyarakat dunia adalah *Global Warming* atau pemanasan secara global dimana suhu bumi terus meningkat pada taraf tertentu yang menimbulkan beberapa dampak buruk bagi ekosistem di bumi. Menurut (Sarkawi, 2011), Fenomena pemanasan global terjadi secara berkala dan hasil akumulasi dampak buruk dari beberapa aktivitas manusia yang telah berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Dampak fenomena pemanasan global sudah dapat dirasakan sejak revolusi industri pada tahun 1850, yang disebabkan oleh konsentrasi salah satu gas rumah kaca yaitu CO₂ di atmosfer sebesar 290 ppmv, namun 150 tahun kemudian konsentrasi CO₂ meningkat menjadi 350 ppmv.

Hal ini dipengaruhi oleh pola konsumsi dan gaya hidup masyarakat, perihal ini sangat berpengaruh terhadap produksi gas rumah kaca yang menjadi faktor utama terjadinya pemanasan global. Beberapa ilmuwan memprediksi pemanasan global pada tahun 2100 dapat mencapai 1,4-5,8 derajat celcius. Dalam periode tahun 1880-2012 suhu permukaan bumi mengalami kenaikan suhu dalam rentang 0,65-1,06 °C tepatnya 0,85 °C. Dalam cakupan wilayah Negara Indonesia tercatat mengalami kenaikan suhu sebesar 0,8 °C setiap 100 tahun. Untuk wilayah Kota Depok sendiri yang bertempat di Pulau Jawa, Provinsi Jawa Barat, dan merupakan wilayah penyokong Ibu Kota Jakarta, tercatat mengalami kenaikan suhu rata-rata 0,17 °C dan Kota Depok sendiri memiliki kenaikan suhu rata-rata dengan angka 0,7-0,9 °C lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitar Provinsi DKI Jakarta lainnya (Anggraeni, 2013).

Fenomena pemanasan global secara umum disebabkan oleh peristiwa *green house effect* atau efek rumah kaca dimana cahaya matahari yang merupakan radiasi gelombang pendek menyentuh permukaan bumi dan berubah menjadi energi panas.

Sebagian dari energi panas dipantulkan kembali oleh permukaan bumi ke angkasa sebagai radiasi infra merah gelombang panjang dan sebagian diserap oleh bumi. Sebagian gelombang panas yang dipantulkan diserap oleh gas yang berada di atmosfer, gas ini disebut sebagai gas rumah kaca, hal ini yang menyebabkan gelombang panas terperangkap di atmosfer bumi dan menyebabkan kenaikan suhu bumi (Pratama, 2019). Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Barat Nomor 56 Tahun 2012 tentang rencana aksi daerah penurunan emisi gas rumah kaca Provinsi Jawa Barat, pada bab 1 menyatakan gas rumah kaca merupakan gas yang terkandung dalam lapisan atmosfer serta memiliki jenis alami dan antropogenik, gas rumah kaca mampu menyerap dan memancarkan kembali gelombang radiasi inframerah. Sedangkan emisi gas rumah kaca merupakan peristiwa lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu (PERGUB, 2012).

Pemerintah Indonesia terus berupaya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sesuai dengan target yang tercantum dalam Nationally Determined Contribution (NDC). Di dalam NDC, target penurunan emisi sebesar 29% pada Tahun 2030 diterjemahkan menjadi angka 834 juta ton CO_{2e} untuk seluruh sektor. Sektor energi mendapatkan porsi penurunan emisi sebesar 314 juta ton CO_{2e}. Capaian penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) semakin mendekati target penurunan emisi GRK 26% di tahun 2020. Capaian potensi penurunan emisi GRK sampai dengan tahun 2018 adalah sebesar 22,59% dari Baseline akumulatif hingga tahun 2018. Capaian penurunan emisi GRK tahunan pada tahun 2018 adalah sebesar 23,18% atau 452.613 Ribu ton CO_{2e}. Adapun intensitas Emisi GRK pada tahun 2017 adalah sebesar 412 ton CO_{2e} (Kementerian ESDM, 2017).

Berdasarkan RAN-GRK, bidang transportasi menjadi salah satu sektor penyumbang emisi gas rumah kaca utama di Indonesia, dengan konsentrasi 23% dari total emisi gas rumah kaca CO₂ yaitu 68 juta ton CO_{2e} dari sektor energi atau 20,7% dari emisi CO₂ global di Indonesia. Sektor transportasi merupakan sumber emisi tertinggi dengan urutan ketiga kategori emisi gas rumah kaca dari sektor energi, setelah industri dan pembangkit listrik. Transportasi darat menyumbang

89% emisi gas rumah kaca dari keseluruhan sektor transportasi serta 90,7% dari konsumsi energi (Bappenas, 2011).

Selama dua tahun terakhir ini dengan adanya pandemi virus COVID-19 di seluruh dunia berdampak besar kepada sektor transportasi. Kota Depok mengalami kenaikan kuantitas kendaraan pribadi yang menyebabkan kemacetan karena terjadi *overload vehicle capacity* pada banyak koridor jalan di Kota Depok yang menyebabkan tingginya polusi, hal ini tergambar pada angka *volume capacity ratio* pada beberapa koridor jalan. Berdasarkan data dari Unit Pelaksana Teknis Dinas Pengujian Kendaraan Bermotor Tahun 2020 yakni dari jumlah 29.842 kendaraan umum yang uji KIR jumlah kendaraan tidak lulus uji KIR sebanyak 880 kendaraan (DISHUB Kota Depok, 2020). Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2020 terdapat 87 kendaraan yang tidak lulus uji KIR. Uji KIR adalah kumpulan rangkaian kegiatan untuk melakukan uji kendaraan bermotor sebagai tanda bahwa kendaraan tersebut layak digunakan secara teknis di jalan raya, khususnya bagi kendaraan yang membawa angkutan penumpang dan barang. 87 kendaraan yang tidak lulus uji adalah dari berbagai kategori kendaraan (BPS Kota Depok, 2020).

Minat masyarakat untuk menggunakan transportasi publik sangat menurun dan lebih memilih untuk menggunakan kendaraan pribadi. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan dalam beberapa tahun terakhir ini berdampak pada meningkatnya konsentrasi emisi gas rumah kaca. Beberapa alternatif penurunan emisi gas rumah kaca yang diterapkan memiliki tingkat efisiensi yang berbeda-beda dengan berbagai kendala dan keunggulan, sehingga diperlukan adanya perencanaan yang mencantumkan tingkat efisiensi untuk mendukung *Nationally Determined Contribution* dicapai secara optimal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang didapatkan identifikasi masalah yang digunakan sebagai acuan perencanaan yaitu:

1. Aktivitas sektor transportasi di Kota Depok menjadi salah satu penyebab meningkatnya emisi gas rumah kaca.
2. Belum adanya penerapan strategi pengendalian emisi gas rumah kaca yang efektif secara khusus di Kota Depok.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah tersebut dapat diperoleh rumusan masalah yang menjadi permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini, meliputi:

1. Bagaimana hasil inventarisasi dan proyeksi emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok?
2. Bagaimana strategi perencanaan penurunan emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok?
3. Bagaimana output draft regulasi yang akan dibuat dalam perencanaan strategi pengendalian emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dari perencanaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisa hasil inventarisasi dan proyeksi emisi gas rumah kaca di Kota Depok.
2. Analisa hasil survey dengan metode SWOT dan QSPM berdasarkan pendapat ahli dalam menentukan strategi penurunan emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok.
3. *Draft* regulasi yang berisikan perencanaan strategi menurunkan gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah bertujuan untuk mengarahkan perencanaan agar berfokus pada tujuan tertentu. Pada perencanaan ini terdapat cakupan yang sangat luas untuk dipertimbangkan dan diperhatikan. Sehingga perencanaan ini perlu adanya pembatasan masalah yang terdiri dari

1. Wilayah perencanaan yang dipilih adalah Kota Depok
2. Inventarisasi emisi gas rumah kaca dari sektor energi bidang transportasi dengan parameter CO₂, N₂O, dan CH₄ dilakukan dengan pedoman dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2019.
3. Inventarisasi emisi gas rumah kaca dari sektor energi bidang transportasi dihitung berdasarkan aktivitas dan jenis kendaraan atau sumber bergerak dan dikomparasikan dengan skenario *Business As Usual* (BAU).

4. Data yang digunakan baik data sekunder maupun data primer bersumber dari Lembaga Pemerintah Kota Depok.
5. Perencanaan mempertimbangkan kualitas udara yang dipengaruhi oleh faktor kuantitas kendaraan dan inventarisasi emisi gas rumah kaca.
6. Perhitungan emisi gas rumah kaca dilakukan proyeksi hingga tahun 2032.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perencanaan ini meliputi:

1. Bagi IPTEK

- Memberikan referensi strategi yang dapat digunakan dalam pengendalian pencemaran udara
- Memberikan informasi pengaruh pencemaran udara khususnya pada sektor transportasi dan pengaruhnya terhadap lingkungan.

2. Bagi Pemerintah

Sebagai masukan bagi pemerintah Kota Depok dalam hal pengendalian pencemaran udara serta strategi reduksi emisi gas rumah kaca pada sektor transportasi di Kota Depok.

3. Bagi Masyarakat

- Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kualitas udara di Kota Depok
- Dapat meningkatkan kualitas udara di Kota Depok terkait sektor transportasi dan pengurangan emisi gas rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhinata, I. K. (2022). Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Penggunaan Lahan di Kota Bogor . *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* , 2.
- Alexandri, M. B. (2019). Pengelolaan Angkutan Kota di Indonesia. *Responsive, Volume 2 Nomor 4 Desember 2019* : 182-189, 188.
- Amin, M. C. (2017). FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA DI KOTA PEKANBARU. *JOM Fekon* , 1107.
- Anggraeni, M. (2013). Pengendalian Kawasan Terbangun Perkotaan Dengan Optimalisasi Fungsi Hijau di Kota Depok. *Jurnal Tata Kota dan Daerah Volume 5, Nomor 1 Juli*, 2.
- Bappenas. (2011). *PEDOMAN PELAKSANAAN RENCANA AKSI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA*. JAKARTA.
- Bappenas. (2011). *Pedoman Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- BPPT. (2018). *Outlook Energi Indonesia 2018*. Jakarta.
- BPS. (2019). *Statistik Komuter Jabodetabek*. Jakarta.
- BPS Kota Depok. (2020). *KOTA DEPOK DALAM ANGKA 2020*. Depok.
- BPS Kota Depok. (2022). *KOTA DEPOK DALAM ANGKA 2022*. Depok.
- Cho, W., & Choi, E. (2017). DTG Big Data Analysis for Fuel Consumption Estimation. *J Inf Process Syst, Vol.13, No.2, pp.285~304*, 3.
- Desyanto, D. E. (2017). ANALISIS EFEKTIVITAS TATA KELOLA PARKIR SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KUALITAS KOTA BALIKPAPAN. *Jurnal Ilmiah*.
- DISHUB Kota Depok . (2021). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah* . Depok : Dinas Perhubungan .
- DISHUB Kota Depok. (2020). *Laporan Kinerja Instansi Pemerintah Kota Depok*. Depok.
- DISHUB Kota Depok. (2022). *Kajian Kinerja Ruas Jalan Kota Depok*. Depok.
- DLHK Kota Depok. (2022). *RENCANA AKSI DAERAH PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA*. DEPOK.

- ESDM. (2020). *Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Faadhilah, M. N. (2017). *Analisa Penerapan Bus Feeder BRT Pada Kawasan Pondok Gede Bekasi Sebagai Solusi Mengurangi Kemacetan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Harjono, M. S. (2015). *PEMODELAN HYBRID PETRI NETS UNTUK DIAGRAM FUNDAMENTAL TRIANGULAR PADA RUAS JALAN TUNGGAL DAN JARINGAN JALAN*. Depok: Universitas Indonesia.
- Jatmiko, W. (2013). Analisis Dampak Pemasangan ATCS Terhadap Emisi Gas Buang (CO₂) di Jl. Jend. Sudirman Kota Tangerang. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 10.
- Kementerian ESDM. (2017). *Kajian Penggunaan Faktor Emisi Lokal (Tier 2) Dalam Inventarisasi GRK Sektor Energi*. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM.
- KLH. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Jakarta.
- KLH. (2013). *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- KLHK. (2017). *Indeks Kualitas Lingkungan Hidup*. Jakarta.
- KLHK. (2019). *Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Monitoring, Pelaporan, Verifikasi (MPV)*. Jakarta.
- KOMINFO Kota Depok. (2019). Buku 1. In D. K. Depok, *Analisis Strategi Kota Cerdas Kota Depok* (p. 54). Depok: Pemerintah Kota Depok.
- Lestari, J. A. (2017). *STRATEGI ADAPTASI DAN MITIGASI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) SEKTOR TRANSPORTASI DAN SEKTOR PERSAMPAHAN DI KOTA BATU*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Maccubin, R. P. (2008). *INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS BENEFITS, COSTS, DEPLOYMENT, AND LESSON LEARNED*. Washington D.C.: U.S. Department of Transportation.
- Mahfud, T. (2017). Aplikasi Metode QSPM. *Jurnal Sosial Humaniora dan Pendidikan*.
- MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP. (2010). *PERATURAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP NOMOR 12 TAHUN 2010*.

- Munawar, A. (2016). PENGARUH ON-STREET PARKING PADA KECEPATAN KENDARAAN DI JALAN KOLEKTOR SATU ARAH DAN SIMULASI PENYELESAIAN DENGAN SOFTWARE VISSIM (STUDI KASUS: JALAN URIP SUMOHARJO, YOGYAKARTA). *The 19th International Symposium of FSTPT, Islamic University of Indonesia*, 8.
- Nasri, M. F. (2015). PREDIKSI KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK UNTUK KENDARAAN DARAT JALAN RAYA SAMAPAI TAHUN 2040 MENGGUNAKAN SOFTWARE LEAP. *Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 3, No. 2, Tahun 2015*, 201.
- Nurdjanah, N. (2015). Emisi CO2 Akibat Kendaraan Bermotor di Kota Denpasar. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat, Volume 17 Nomor 1*.
- Nursyahbani, T. (2021). Pengembangan Sistem Parkir Pintar Berbasis IoT . *e-Proceeding of Engineering : Vol.8, No.5 Oktober 2021* , 5222.
- Pemerintah Kota Depok. (2006). *RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA PANJANG DAERAH KOTA DEPOK 2006-2025*. Depok.
- PERGUB . (2012). *PERATURAN GUBERNUR JAWA BARAT NOMOR 56 TAHUN 2012 MENGENAI RENCANA AKSI DAERAH PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA*.
- PERPRES . (2020). *RENCANA PEMBANGUNAN JANGKA MENENGAH NASIONAL 2020-2024*.
- Pratama, R. (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi . *Buletin Utama Teknik Vol. 14, No. 2 Januari* , 1.
- Rahmadana, M. F. (2014). Karakteristik Komuter dan Kualitas Hidup. 1.
- Rahman, S. M. (2017). *Greenhouse Gas Emission From Road Transportation In Saudi Arabia Challenging Frontier*. Saudi Arabia: King Fahd University of Petroleum & Minerals.
- Saputri, A. R. (2022). *STRATEGI REDUKSI EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR TRANSPORTASI DI KABUPATEN CILACAP*. Semarang: Universitas Diponegoro .
- Sarkawi, D. (2011). Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Perubahan Iklim. *CAKRAWALA VOL.XI.NO.2* , 1.
- Setiapraja, H., Yubaidah, S., Rochmanto, B., & Fajar, R. (2015). KESIAPAN INDONESIA MENUJU HARMONISASI REGULASI EMISI KENDARAAN R83-05 DIANTARA NEGARA ASEAN. *Jurnal Standardisasi Volume 17 Nomor 2, Juli 2015: Hal 137 - 146*, 137.

- Subroto, P. H. (2022). Analisa Penentuan Lokasi Park and Ride di Kota Depok Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, 9.
- Suyuti, R. (2012). IMPLEMENTASI INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM (ITS) UNTUK MENGATASI KEMACETAN LALU LINTAS DI DKI JAKARTA. *Jurnal Kontruksia* , 18.
- Tarulescu, S., & Tarulescu, R. (2017). Urban Transportation Solutions for the CO2 Emissions Reduction Contributions. *International Congress of Automotive and Transport Engineering*, 6.
- Tiarani, V. L. (2016). Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta Dengan Metode TIER1 dan TIER 2. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol 5, No 1 (2016)*, 4.
- Ulfa, A. L. (2017). ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA DARI OPERASIONAL BUS RAPID TRANSIT (BRT) BERDASARKAN MODEL INTERNATIONAL VEHICLE EMISSION SERTA POTENSI REDUKSI EMISI DARI OPERASIONAL BRT DI KOTA SEMARANG. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6, No. 3 (2017)* , 4.
- Wangi, L. S. (2016). Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) Akibat Aktivitas Kendaraan (Studi Kasus Terminal Mangkang dan Terminal Penggaron). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7.
- Wulandari, N. W. (2021). Analisis Jumlah Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor pada Koridor Jalan Pada Jam Puncak di Kelurahan Klandasan Ilir, Kecamatan Balikpapan Kota, Kota Balikpapan. *JURNAL PENATAAN RUANG Vol. 16, No. 1, (2021) ISSN: 2716-179X* , 28.