

Nomor Urut: 107 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

108 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI GAS
RUMAH KACA (GRK) PADA SEKTOR TRANSPORTASI
DAN INDUSTRI DI KABUPATEN SRAGEN**



Disusun Oleh:

Hanindya Raysita Sya'bandari (21080122140152)

Naufal Raihan (21080122140169)

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN

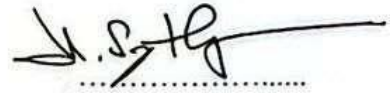
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Hanindya Raysita Sya'bandari
NIM : 21080122140152
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

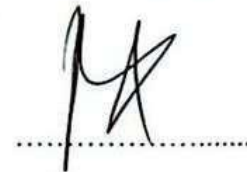
Pembimbing I :

Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP 197402141999031002



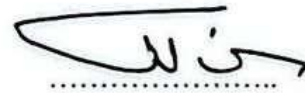
Pembimbing II :

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP 197208302000031001



Ketua Penguji :

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T., IPU
197310242000031001



Anggota Penguji :

Dr. Ir. Anik Sarminingsih M.T., IPU., ASEAN Eng.
196704011999032001



Semarang, 11 Juni 2026

Ketua Departemen Teknik Lingkungan
Universitas Diponegoro



Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.

NIP 197805142005011001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh


Nama : Naufal Raihan
NIM : 21080122140169
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I :

Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.


NIP 197208302000031001


.....

Pembimbing II :

Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

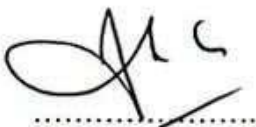
NIP 197402141999031002


.....

Ketua Penguji :

Dr. Ir. Anik Sarminingsih M.T., IPU., ASEAN Eng.

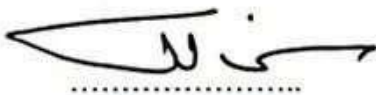
196704011999032001


.....

Anggota Penguji :

Ir. Wiharyanto Oktiawan, S.T., M.T., IPU

197310242000031001


.....

Semarang, 11 Juni 2026

Ketua Departemen Teknik Lingkungan

Universitas Diponegoro



Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.

NIP 197805142005011001

ABSTRAK

Peningkatan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sudah menjadi isu global yang mendesak, menuntut aksi mitigasi nyata di tingkat daerah, termasuk Kabupaten Sragen. Wilayah penghubung strategis Provinsi Jawa Tengah–Jawa Timur, Sragen menghadapi tantangan emisi yang tinggi akibat tingginya mobilitas transportasi dan pesatnya pertumbuhan industri. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi emisi, memproyeksikan beban emisi GRK 10 tahun mendatang, serta merencanakan strategi mitigasi yang efektif. Inventarisasi emisi dilakukan berdasarkan pedoman IPCC 2006 dan KLHK (CO₂, CH₄, N₂O dalam satuan CO₂e) dengan analisis sebaran menggunakan pendekatan *Box Model*. Penentuan strategi mitigasi prioritas dianalisis menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang mempertimbangkan kriteria biaya investasi, dampak lingkungan, dan kemudahan manajemen. Strategi mitigasi, meliputi; (1) pengadaan BRT Sragen dan (2) *Intelligent Transportation System* (ITS) pada sektor transportasi, serta (1) penerapan *Carbon Capture and Storage* (CCS) dan (2) PLTS *On-Grid Ground-Mounted* pada sektor industri.

Berdasarkan hasil inventarisasi pada skenario *baseline*, emisi GRK di sektor Transportasi diprediksi meningkat dari 1.203.542,73 Ton CO₂e pada tahun 2025 menjadi 1.383.757,65 Ton CO₂e pada tahun 2035, sementara pada sektor Industri emisi diprediksi meningkat dari 1.264.939,76 Ton CO₂e menjadi 2.423.640,53 Ton CO₂e pada tahun yang sama. Untuk menekan laju peningkatan, dilakukan beberapa skenario mitigasi di mana pada sektor transportasi, dilakukan program Pengadaan BRT Sragen diprediksi mampu menurunkan emisi sebesar 0,7% menjadi 1.375.888 Ton CO₂e dan penerapan sistem ITS mampuurunkannya sebesar 54,43% menjadi 745.917 Ton CO₂e, sedangkan pada sektor industri, penerapan *Carbon Capture and Storage* (CCS) diperkirakan dapat menurunkan emisi sebesar 18,05% menjadi 2.041.703,33 Ton CO₂e dan penggunaan PLTS *Ground-Mounted* berkontribusi menurunkan emisi sebesar 0,66% menjadi 2.401.374,63 CO₂e.

Kata Kunci : Gas Rumah Kaca, Strategi Mitigasi, Transportasi, Industri, AHP, Sragen.

ABSTRACT

The rise in greenhouse gas (GHG) emissions has become an urgent global issue, demanding concrete mitigation actions at the local level, including in Sragen Regency. As a strategic gateway between Central Java and East Java provinces, Sragen faces significant emission challenges due to high transportation mobility and rapid industrial growth. This study aims to inventory emissions, project GHG loads for the next 10 years, and plan effective mitigation strategies. Emissions inventory was conducted based on the 2006 IPCC guidelines (CO₂, CH₄, N₂O in CO₂e units) with a spatial analysis using the Box Model approach. The determination of priority mitigation strategies was analyzed using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method based on the criteria of investment cost, environmental impact, and ease of management. Mitigation strategies include: (1) the implementation of the Sragen BRT and (2) Intelligent Transportation Systems (ITS) in the transportation sector, as well as (1) the application of Carbon Capture and Storage (CCS) and (2) On-Grid Ground-Mounted Solar Power Plants in the industrial sector.

Based on the results of the baseline scenario inventory, GHG emissions in the transportation sector are projected to increase from 1,203,542.73 metric tons of CO₂e in 2025 to 1,383,757.65 metric tons of CO₂e in 2035, while in the industrial sector, emissions are projected to rise from 1,264,939.76 metric tons of CO₂e to 2,423,640.53 metric tons of CO₂e in the same year. To curb the rate of increase, several mitigation scenarios were developed. In the transportation sector, the Sragen BRT procurement program is projected to reduce emissions by 0.7% to 1,375,888 metric tons of CO₂e, and the implementation of an Intelligent Transportation System (ITS) is projected to reduce them by 54.43% to 745,917 metric tons of CO₂e, while in the industrial sector, the implementation of Carbon Capture and Storage (CCS) is estimated to reduce emissions by 18.05% to 2,041,703.33 tons of CO₂e, and the use of ground-mounted solar power plants is projected to reduce emissions by 0.66% to 2,401,374.63 tons of CO₂e.

Keywords : GHG Emissions, Mitigation, Transportation, Industry, AHP, Sragen.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Global Warming merupakan kondisi kesetimbangan energi bumi yang ditandai dengan kenaikan temperatur permukaan bumi secara menyeluruh, yang meliputi daratan, lautan, maupun lapisan atmosfer. Fenomena ini terjadi akibat penguatan efek rumah kaca alami (*enhanced greenhouse effect*), sebuah kondisi di mana akumulasi polutan atmosferik membentuk lapisan padat dan tebal di udara. Mengacu pada dokumen IPCC, peningkatan suhu global yang terjadi sejak pertengahan abad ke-20 ini memiliki korelasi kuat dengan akumulasi konsentrasi GRK akibat aktivitas antropogenik (kegiatan manusia), seperti pada sektor industri dan transportasi. Emisi GRK sendiri merupakan senyawa-senyawa yang terlepas ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia dan berpotensi meningkatkan efek rumah kaca. Senyawa yang tergolong dalam GRK ini meliputi karbon dioksida (CO₂), nitrogen monoksida (NO), belerang dioksida (SO₂), dinitrogen oksida (N₂O), klorofluorokarbon (CFC), dan gas metana (CH₄) (Tosiani, 2015).

Indonesia menghadapi dua dampak utama perubahan iklim, yakni sebagai negara yang terkena efek dari perubahan iklim sekaligus sebagai salah satu penyumbang emisi GRK. Guna menganggulangi permasalahan tersebut, Indonesia berkomitmen menurunkan emisi GRK melalui pengesahan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004 pada 3 Desember 2004, yang menandai ratifikasi resmi terhadap *Protokol Kyoto* sebagai respons atas krisis iklim global. Langkah hukum ini kemudian diperkuat dalam formal legal sebagai Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 mengenai Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim). Sebagaimana tercantum dalam *First NDC* Indonesia menetapkan target penurunan GRK sebesar 29% dengan upaya sendiri sampai dengan 41% dengan dukungan kerjasama internasional dari kondisi tanpa ada aksi BaU pada 2030. (UNFCCC, 2015).

Berdasarkan data dari Kementerian ESDM, emisi GRK sektor industri mengalami peningkatan dari 83 juta ton CO₂e pada tahun 2013 menjadi 162 juta ton CO₂e pada tahun 2035. Selama kurun waktu 22 tahun tersebut, rata-rata kenaikan emisi mencapai sekitar 5,2% per tahun. Pada tahun 2013, pemanfaatan fosil batubara menjadi penyumbang utama emisi, dengan kontribusi mencapai sekitar 62% dari total emisi sektor industri. Sementara itu, sektor transportasi hampir sepenuhnya (99,9%) masih bergantung pada BBM, yang menjadikan seluruh jenis bahan bakar berkontribusi terhadap timbulnya emisi GRK. Sementara itu, emisi dari sektor transportasi mengalami peningkatan dari 61 juta ton CO₂e pada tahun 2000 menjadi 138,5 juta ton CO₂e pada tahun 2013, dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata sekitar 6,5%.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sragen (2025), Kabupaten Sragen merupakan salah satu daerah administratif di Provinsi Jawa Tengah, membentang seluas 94.115 Ha. Wilayah ini merepresentasikan sekitar 2,89% terhadap total keseluruhan luas Provinsi Jawa Tengah. Tercatat tahun 2020, jumlah penduduk mencapai 976.951 jiwa, yang kemudian meningkat menjadi 982.320 jiwa pada tahun 2021. Angka ini terus bertambah mencapai 990.006 jiwa pada tahun 2022 dan 997.485 jiwa pada tahun 2023. Hingga tahun 2024, jumlah penduduk Kabupaten Sragen telah mencapai 1.004.761 jiwa. Hal ini menunjukkan adanya laju pertumbuhan penduduk di daerah ini mengalami tren kenaikan yang positif dari waktu ke waktu dengan laju pertumbuhan rata-rata pada kisaran 0,75% per tahun selama kurun waktu lima tahun terakhir.

Secara Geografis, Letak Kabupaten Sragen sebagai wilayah penghubung Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, memberikan dampak langsung pada volume lalu lintas harian. Kondisi ini yang menjadikan sektor transportasi sebagai salah satu penyumbang utama emisi, terutama akibat pembakaran BBM. Selama periode 5 tahun terakhir, total kenaikan persentase jumlah kendaraan bermotor di Kabupaten Sragen mencapai 22,24% dengan rata-rata peningkatan tahunan sekitar 4,10%. Tingkat kenaikan jumlah kendaraan sebesar 4,29% yang terjadi pada periode 2023–2024 mengindikasikan lonjakan aktivitas transportasi yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap peningkatan beban emisi.

Selain sektor transportasi, kontribusi emisi GRK juga dipicu oleh pertumbuhan pesat sektor industri di wilayah ini. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Sragen dalam angka 2025, jumlah industri yang beroperasi mencapai 21.545 unit dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 70.883 orang. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Sragen Nomor 6 Tahun 2024. Kontribusi sektor industri pengolahan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Sragen meningkat secara bertahap, pada tahun 2013 berkisar sekitar 31,19% menjadi 39,58% pada tahun 2023. Peningkatan ini didukung oleh pertumbuhan berbagai kegiatan manufaktur dan Usaha Kecil Menengah (UKM) yang masih banyak menggunakan energi berbasis fosil. Mengingat peran penting dan potensi dampak lingkungan yang dihasilkan. Studi dalam Tugas Akhir ini, difokuskan pada pengukuran beban emisi yang diakibatkan oleh aktivitas operasional dan mobilitas tenaga kerja di lingkungan tersebut. Besarnya populasi pekerja di sektor ini tidak hanya menyumbang secara substansial terhadap perekonomian lokal, melainkan juga memengaruhi secara langsung kualitas udara di wilayah tersebut.

Minimnya upaya mitigasi emisi yang berasal dari sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen menjadi salah satu faktor utama yang memicu peningkatan konsentrasi emisi GRK di atmosfer. Selain itu, belum optimalnya kebijakan dan pengendalian emisi di wilayah tersebut turut memperbesar kontribusi emisi yang dihasilkan. Akibatnya, beban emisi GRK, khususnya parameter karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O) mengalami tren kenaikan yang kontinu. Akumulasi senyawa-senyawa tersebut di udara ambien memberikan kontribusi linier terhadap peningkatan temperatur global.

Dengan mempertimbangkan beban emisi dari kedua sektor utama yaitu transportasi dan industri, kondisi ini menuntut adanya intervensi mitigasi yang sistematis dan berkelanjutan. Oleh karena itu, upaya penurunan emisi GRK di Kabupaten Sragen menjadi prioritas guna mendukung target nasional *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC). Berdasarkan Peraturan Presiden No. 98 Tahun 2021). Pencapaian target ini menuntut adanya kerja sama yang erat antara pemerintah dan pihak non pemerintah. Langkah awal yang dapat dilakukan dalam pengendalian mutu udara adalah inventarisasi emisi guna mengklasifikasikan

sumber polutan, menilai kualitas udara, serta mengevaluasi efektivitas strategi dan kebijakan yang ada. Dengan masalah yang ada, diperlukan skema mitigasi untuk meminimalisasi emisi GRK di Kabupaten Sragen yang juga sejalan dengan komitmen pemerintah dalam merealisasikan target penurunan emisi GRK Kementerian Lingkungan Hidup (2013).

Dalam rangka mendukung target reduksi emisi nasional (ENDC). Tugas Akhir ini memfokuskan pada pengukuran GRK dari sektor transportasi dan industri, mengingat tingginya kontribusi kedua sektor tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang telah dijabarkan diatas, adapun identifikasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Kabupaten Sragen yang terletak di kawasan lintas provinsi antara Provinsi Jawa Tengah dengan Jawa Timur. Kondisi geografis ini, memicu tingginya aktivitas lalu lintas yang menempatkan sektor transportasi sebagai salah satu penyumbang utama emisi GRK.
2. Meningkatnya jumlah industri di Kabupaten Sragen yang berdampak pada peningkatan emisi GRK.
3. Minimnya referensi studi komprehensif mengenai skema mitigasi emisi GRK secara berkelanjutan di Kabupaten Sragen.

1.3 Rumusan Masalah

Identifikasi permasalahan yang dapat diklasifikasikan dalam ruang lingkup perencanaan ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Bagaimana inventarisasi emisi GRK pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen?
2. Bagaimana strategi pengendalian dalam merealisasikan target penurunan emisi GRK pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen?
3. Bagaimana prediksi penurunan emisi GRK yang dapat dicapai melalui implementasi strategi reduksi emisi pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam perencanaan ini antara lain sebagai berikut:

1. Menganalisis inventarisasi emisi GRK pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen.
2. Menentukan langkah mitigasi dalam merealisasikan target penurunan emisi GRK pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen.
3. Menganalisis prediksi penurunan emisi GRK yang dapat dicapai melalui implementasi strategi reduksi emisi pada sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Sragen.

1.5 Pembatasan Masalah

Ruang lingkup penelitian dalam perencanaan ini dibatasi guna mengarahkan alur perencanaan agar berfokus pada tujuan yang telah ditetapkan. Mengingat luasnya cakupan aspek dalam Tugas Akhir ini, maka diperlukan pembatasan ruang lingkup penelitian yang meliputi beberapa poin sebagai berikut:

1. Cakupan penelitian dalam perencanaan ini difokuskan secara spesifik pada sektor Transportasi dan Industri yang berlangsung di Kabupaten Sragen.
2. Parameter emisi GRK yang dicakup dalam kegiatan inventarisasi ini dibatasi pada parameter Karbon Dioksida (CO_2), Dinitrogen Oksida (N_2O), dan Metana (CH_4). Ketiga parameter tersebut dipilih karena merupakan komponen gas utama yang mendominasi komposisi kimiawi di lapisan atmosfer.
3. Inventarisasi emisi GRK dilakukan dengan merujuk pada standar IPCC *guideline* 2006 serta regulasi domestik mengenai tata cara penyelenggaraan inventarisasi GRK nasional dengan menggunakan data-data dari penelitian nasional terdahulu yang diperbarui, serta berbagai lembaga terkait seperti Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS), Dinas Lingkungan Hidup, serta data eksisting instansi terkait.
4. Sumber emisi yang diinventarisasi pada sektor industri adalah emisi GRK pada industri manufaktur dengan konsep perhitungan IPPS dan IPCC.
5. Ruang lingkup inventarisasi emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada sektor transportasi dibatasi pada kategori moda transportasi darat (*on-road*). Identifikasi beban emisi ini mencakup klasifikasi kendaraan berupa sepeda motor, mobil penumpang berbahan bakar bensin maupun solar, bus, serta

truk, di mana estimasi beban emisinya dikuantifikasi menggunakan pendekatan metode *Vehicle Kilometer Traveled* (VKT).

6. Dokumen Rencana Aksi Nasional (RAN-GRK) dan Rencana Aksi Daerah (RAD-GRK) dijadikan sebagai acuan utama dalam merumuskan skenario reduksi emisi. Pendekatan ini dirancang secara terintegrasi agar sejalan dengan visi strategis sekaligus arah kebijakan pembangunan yang berlaku di tingkatan daerah.

1.6 Rumusan Manfaat

Adapun manfaat - manfaat yang didapatkan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

Sarana untuk mengimplementasikan kerangka teoretis yang telah diperoleh dari masa studi di Departemen Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Selain itu, upaya tersebut bertujuan untuk memperluas cakupan wawasan serta pemahaman teknis mengenai metodologi inventarisasi emisi GRK, khususnya pada sektor Transportasi dan Industri.

2. Bagi IPTEK

Berkontribusi dalam penyediaan sumber referensi serta basis informasi teknis bagi upaya pengendalian dan reduksi emisi GRK, khususnya pada sektor Transportasi dan Industri khususnya di Kabupaten Sragen serta Memberikan informasi mengenai dampak lingkungan, kualitas kesehatan dan sosial dari emisi.

3. Bagi Pemerintah Kabupaten Sragen

Menjadi bahan pertimbangan mengenai upaya pengendalian pencemaran udara di Kabupaten Sragen serta Menjadi bahan pertimbangan untuk merencanakan penurunan emisi GRK di Kabupaten Sragen.

4. Bagi Masyarakat

Memberikan rujukan informatif bagi masyarakat guna mendorong partisipasi aktif dalam upaya kolektif meminimalisasi polusi GRK dan menjaga kelestarian lingkungan serta Memaparkan rona awal kualitas udara di wilayah Kabupaten Sragen.

DAFTAR PUSTAKA

- Administration, U. S. E. I. (2024). *Where greenhouse gases come from*. U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/energyexplained/energy-and-the-environment/where-greenhouse-gases-come-from.php>
- Agency, U. S. E. P. (2023). *Technology Transitions: Global Warming Potential (GWP) Reference Table*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/climate-hfcs-reduction/technology-transitions-global-warming-potential-gwp-reference-table>
- Aldrian, E. (2011). *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedeputian Bidang Klimatologi.
- Alyuz, U., & Alp, K. (2014). Emission inventory of primary air pollutants in 2010 from industrial processes in Turkey. *Science of the Total Environment*, 488–489, 369–381. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.123>
- Amalia, S. R., Hadi, A., & Septiana, M. (2023). Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) pada Beberapa Metode Pengelolaan Limbah Sawah di Kecamatan Anjir. *Acta Solum*, 1(2), 68–76. <https://doi.org/10.20527/actasolum.v1i2.1815>
- Buanawati, T. T., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2017). *Estimasi Emisi Pencemar Udara Konvensional (SO_x, NO_x, CO, dan PM) Kendaraan Pribadi Berdasarkan Metode International Vehicle Emission (IVE) di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang* [Universitas Diponegoro]. <https://eprints.undip.ac.id/54382/>
- Change, I. P. on C. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2 Energy* (H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe (eds.)). Institute for Global Environmental Strategies (IGES). <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- Change, U. N. C. (2015). *United Nations Climate Change Conference 2015 / Paris Climate Change Conference (COP 21)*. United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/paris-climate-change-conference->

- november-2015/paris-climate-change-conference-november-2015
- Change, U. N. F. C. on C. (2020). *What is the Intergovernmental Panel on Climate Change?* United Nations Climate Change Secretariat. <https://unfccc.int/topics/science/workstreams/cooperation-with-the-ipcc>
- Filonchik, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. (2024). Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O. *Science of the Total Environment*, 935, 173359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>
- Harjono, M. S. (2015). *Pemodelan Hybrid Petri Nets untuk Diagram Fundamental Triangular pada Ruas Jalan Tunggal dan Jaringan Jalan*. Universitas Indonesia.
- Hassan, A. A., & Crowther, J. M. (1998). A Simple Model of Pollutant Concentrations in a Street Canyon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 52, 269–280. <https://doi.org/10.1023/A:1005976513162>
- Indonesia, K. E. dan S. D. M. R. (2012). *Outlook Energi Indonesia 2012*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. <https://www.esdm.go.id/id/publikasi/indonesia-energy-outlook>
- Indonesia, K. E. dan S. D. M. R. (2021). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2021 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Indonesia, K. L. H. dan K. R. (2024). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dalam Penanganan Perubahan Iklim*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Indonesia, K. L. H. R. (2013). *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. <https://dlh.palangkaraya.go.id/wp-content/uploads/sites/44/2022/05/Pedoman-Teknis-Penyusunan-Inventarisasi-Emisi-di-Perkotaan.pdf>

- Indonesia, K. P. R. (2002). *Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 687 Tahun 2002 tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Penumpang Umum di Wilayah Perkotaan dalam Trayek Tetap dan Teratur*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Indonesia, K. P. R. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Indonesia, P. R. (2011a). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Indonesia, P. R. (2011b). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Indonesia, P. R. (2016). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Indonesia, P. R. (2021a). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Indonesia, P. R. (2021b). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional*. Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Iolana, D. I., & Rahmadiani, D. S. (2025). *Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Industri dan Transportasi di Kabupaten Rembang* [Universitas Diponegoro]. <https://eprints2.undip.ac.id/id/eprint/32563/>
- Martono. (2015). Fenomena Gas Rumah Kaca. *Forum Teknologi / Swara Patra*, 5(2), 78–85. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/1>

- Muzayanah, Ariffin, Sudarto, & Yanuwidi, B. (2016). Effects of the Green Space Proportion with Cumulative Concentration of Particulate Matter 10 (PM10) in Surabaya, Indonesia. *International Journal of ChemTech Research*, 9(4), 431–436. [https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/2/\(431-436\)V9N4CT.pdf](https://sphinxsai.com/2016/ch_vol9_no4/2/(431-436)V9N4CT.pdf)
- Nasional, B. P. P. (2019). *Evaluasi Pencapaian Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Priangkoso, T. (2010). Hubungan Tingkat Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Penumpang dengan Karakteristik Lalu Lintas dan Perilaku Pengemudi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang*, 67–70. https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/PROSIDING_SNST_FT/article/view/213
- Putri, A. (2019). *Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sedimen dan Tanaman Rhizophora mucronata pada Zona Alami dan Zona Wisata di Kawasan Mangrove Pulau Pari* [Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta]. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/48223>
- Putri, C. F. (2012). Pemilihan Supplier Bahan Baku Pengemas dengan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process). *Widya Teknika*, 20(1), 25–31. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/114466>
- Rahayu, M. Y., Larasati, M., & Juliani, W. (2020). Perancangan dan Implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di PTPN VIII Perkebunan Ciater – Jawa Barat. *Charity: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.25124/charity.v3i1.2070>
- Rajput, V., Kumar, D., Sharma, A., & Singh, S. (2018). A Literature Review on AHP (Analytic Hierarchy Process). *Journal for Advance Research in Applied Sciences*, 5(1).
- Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja: OHSAS 18001*. PT Dian Rakyat.
- Santoso, A. (2023). *Rumus Slovin: Panacea Masalah Ukuran Sampel?* https://www.researchgate.net/publication/375143964_Rumus_Slovin_Panacea

a_Masalah_Ukuran_Sampel

- Sehabudin, S. (2011). *Penambatan Karbon Dioksida dan Pengaruh Densitas Alga Air Tawar (Chlorella sp.) terhadap Pengurangan Emisi Karbon Dioksida*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Sragen, B. P. S. K. (2025). *Kabupaten Sragen dalam Angka 2025*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Sragen.
- Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., & Sutomo, H. (2010). Estimation of Congestion Cost of Private Passenger Car Users in Malioboro, Yogyakarta. *Civil Engineering Dimension*, 12(2), 92–97. <https://doi.org/10.9744/ced.12.2.92-97>
- Suharyanto, D., Basriman, I., & Sukwika, T. (2022). Analisa Kebijakan Mitigasi Dampak dan Strategi Penurunan Gas Rumah Kaca di PT XYZ Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP). *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, 22(2), 83–93. <https://doi.org/10.33751/ekologia.v22i2.6214>
- Surya Kusuma, A., & Himawan, M. A. (2023). *Strategi Reduksi Emisi Udara Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Transportasi dan Industri di Kabupaten Magelang* [Universitas Diponegoro]. <https://eprints2.undip.ac.id/id/eprint/19673/>
- Tengah, P. P. J. (2018). *Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 12 Tahun 2018 tentang Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Jawa Tengah*. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.
- Tiarani, V. L., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (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 Tier 1 dan Tier 2. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–10. <https://www.neliti.com/publications/141789/kajian-beban-emisi-pencemar-udara-tsp-nox-so2-hc-co-dan-gas-rumah-kaca-co2-ch4-n>
- Tosiani, A. (2015). *Buku Kegiatan Serapan dan Emisi Karbon* (R. A. Sugardiman & R. Rovani (eds.)). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan,

Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan, Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan.

Triani, A., Rusli, B., & Bonti, B. W. (2021). Evaluasi Program ATCS (Area Traffic Control System) di Kota Bandung. *JANE (Jurnal Administrasi Negara)*, 13(1), 50–61. <https://doi.org/10.24198/jane.v13i1.28709>

Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). CO2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. In M. R. Rahimpour, M. Farsi, & M. A. Makarem (Eds.), *Advances in Carbon Capture: Methods, Technologies and Applications* (pp. 3–28). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819657-1.00001-3>

Yusup, S., & Sutrisna, A. (2012). Pencemaran Emisi Boiler Menggunakan Batubara pada Industri Tekstil serta Kontribusinya terhadap Gas Rumah Kaca (GRK). *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*, 27(2).

