

Nomor Urut : 098 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

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

Laporan Tugas Akhir

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



Disusun Oleh:

Elis Nofiana 21080122130056

Farhan Fahrezi 21080122130074

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Elis Nofiana
NIM : 21080122130056
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)
pada Sektor Domestik dan Industri di Kabupaten Wonogiri

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

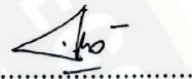
Pembimbing I:

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197805142005011001



Pembimbing II:

Ir. Pertiwi Andarani, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPM
198704202014012001



Ketua Penguji:

Dr. Ir. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.Eng.
197103011998031001



Anggota Penguji:

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



Semarang, 13 Maret 2026
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Farhan Fahrezi
NIM : 21080122130074
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)
pada sektor domestik dan industri di Kabupaten Wonogiri

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

Pembimbing I:

Ir. Pertiwi Andarani, S.T., M.T., M.Eng., Ph.D., IPM
198704202014012001



Pembimbing II:

Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
197805142005011001



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

Dr. Ir. Ika Bagus Priyambada, S.T., M.Eng.
197103011998031001



Semarang, 13 Maret 2026
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua



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

ABSTRAK

Dunia saat ini menghadapi isu pemanasan global akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK). Sebagai upaya penanganannya, Indonesia berkomitmen untuk memenuhi target *Nationally Determined Contribution* (NDC) dengan menurunkan emisi sebesar 29–41% pada tahun 2030. Kabupaten Wonogiri memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,29% per tahun pada periode 2023–2024, dengan jumlah penduduk mencapai 1.054.140 jiwa pada tahun 2024. Selain itu, aktivitas industri di Kabupaten Wonogiri juga mengalami peningkatan, ditunjukkan oleh pertumbuhan industri pengolahan sebesar 6,49%. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya inventarisasi emisi GRK serta perencanaan strategi reduksi emisi. Parameter GRK yang dianalisis meliputi CO₂, CH₄, dan N₂O, dengan lingkup kajian pada sektor industri (berdasarkan data sekunder penggunaan bahan bakar industri pengolahan skala menengah hingga besar) dan sektor domestik (berdasarkan data primer penggunaan LPG rumah tangga). Perhitungan emisi pada sektor industri mengacu pada *IPCC Guidelines 2006* dan pendekatan *Industrial Pollution Projection System* (IPPS) berdasarkan jenis dan skala aktivitas industri, sedangkan sektor domestik mengacu pada *IPCC Guidelines 2006*. Hasil inventarisasi emisi selanjutnya digunakan untuk menghitung daya tampung lingkungan melalui pemodelan *box model* dengan mempertimbangkan data meteorologi Kabupaten Wonogiri. Hasil analisis inventarisasi tahun 2025 menunjukkan bahwa emisi GRK didominasi oleh sektor industri pada seluruh parameter. Kontribusi sektor industri terhadap emisi CO₂ sebesar 78,53%, CH₄ sebesar 70,08%, dan N₂O sebesar 95,54%, sedangkan sektor domestik masing-masing menyumbang sebesar 21,47%, 29,92%, dan 4,46%. Penentuan prioritas strategi reduksi dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dengan strategi terpilih berupa pemanfaatan biogas ternak pada sektor domestik dan pemasangan PLTS atap pada sektor industri. Berdasarkan analisis reduksi, kedua strategi tersebut mampu menurunkan emisi GRK pada masing-masing sektor, di mana pemasangan satu unit PLTS atap industri dapat mereduksi emisi sebesar 2.908,32 ton CO₂e/tahun dan satu unit biogas ternak sebesar 2,26 ton CO₂e/tahun. Selain itu, untuk mendukung implementasi yang aman, disusun Standar Operasional Prosedur (SOP) berdasarkan analisis *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC) sebagai bagian dari penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Kata kunci: Gas Rumah Kaca, Sektor Industri, Sektor Domestik, *Box model* Strategi Reduksi Emisi

ABSTRACT

The world is currently facing the issue of global warming due to increasing greenhouse gas (GHG) emissions. As part of mitigation efforts, Indonesia is committed to achieving its Nationally Determined Contribution (NDC) target by reducing emissions by 29–41% by 2030. Wonogiri Regency has a population growth rate of 0.29% per year during the 2023–2024 period, with a total population of 1,054,140 in 2024. In addition, industrial activities in Wonogiri Regency have also increased, as indicated by a 6.49% growth in the manufacturing sector. Based on these conditions, it is necessary to conduct a GHG emissions inventory and develop emission reduction strategies. The GHG parameters analyzed in this study include CO₂, CH₄, and N₂O, covering the industrial sector (based on secondary data of fuel consumption in medium- to large-scale manufacturing industries) and the domestic sector (based on primary data of household LPG usage). Emission calculations in the industrial sector refer to the IPCC Guidelines 2006 and the Industrial Pollution Projection System (IPPS) approach based on the type and scale of industrial activities, while the domestic sector refers to the IPCC Guidelines 2006. The emission inventory results are subsequently used to assess environmental carrying capacity through box model dispersion modeling, incorporating meteorological data from Wonogiri Regency. The results of the 2025 inventory analysis indicate that GHG emissions are dominated by the industrial sector across all parameters. The industrial sector contributes 78.53% of CO₂ emissions, 70.08% of CH₄ emissions, and 95.54% of N₂O emissions, while the domestic sector contributes 21.47%, 29.92%, and 4.46%, respectively. The prioritization of emission reduction strategies is determined using the Analytical Hierarchy Process (AHP), resulting in selected strategies including the utilization of livestock biogas in the domestic sector and the installation of rooftop solar photovoltaic (PV) systems in the industrial sector. Based on the reduction analysis, both strategies are capable of reducing GHG emissions in their respective sectors, where one unit of industrial rooftop PV can reduce emissions by 2,908.32 tons CO₂e/year, and one unit of livestock biogas can reduce emissions by 2.26 tons CO₂e/year. Furthermore, to support safe implementation, Standard Operating Procedures (SOP) are developed based on Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) analysis as part of occupational health and safety (OHS) practices.

Keywords: *Greenhouse Gas, Industrial Sector, Domestic Sector, Box Model, Emission Reduction Strategy*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dunia saat ini menghadapi berbagai permasalahan lingkungan, salah satunya adalah perubahan iklim. Fenomena ini muncul akibat adanya pemanasan global yang disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut Peraturan Presiden 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, Gas Rumah Kaca adalah gas yang terdapat di atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Target NDC (*National Determined Contribution*) sebagaimana dimaksud dalam Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 pasal 2 ayat (2), menetapkan kebijakan, langkah, dan implementasi kegiatan sesuai komitmen pemerintah berupa pengurangan emisi GRK 29% (dua puluh sembilan persen) sampai dengan 41% (empat puluh satu persen) pada tahun 2030 dibandingkan dengan *baseline* emisi GRK. Kedua, upaya ini bertujuan membangun ketahanan nasional, kewilayahan, dan masyarakat dari berbagai risiko atas kondisi perubahan iklim atau ketahanan iklim (Republik Indonesia, 2021).

Kabupaten Wonogiri secara administrasi berada di Jawa Tengah, yang berbatasan dengan Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar di bagian utara; Kabupaten Magetan dan Kabupaten Ponorogo di bagian timur; Kabupaten Pacitan dan Samudera Hindia di bagian selatan; serta Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) di bagian barat. Berdasarkan data BPS yang tercantum dalam “Kabupaten Wonogiri dalam Angka 2025”, wilayah ini mempunyai luas 1.904 km², yang terdiri dari 25 kecamatan, 251 desa, dan 43 kelurahan. Kecamatan yang memiliki wilayah terluas adalah Kecamatan Pracimantoro dengan luas 144,40 km² sedangkan kecamatan terkecil adalah Kecamatan Puhpelem yang memiliki luas 32,31 km². Laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Wonogiri per tahun 2023-2024 adalah sebesar 0,29%, jumlah penduduk tahun 2024 mencapai 1.054,14 ribu jiwa,

sedangkan untuk kepadatan penduduk sebesar 554 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik, 2025). Kepadatan penduduk di wilayah ini semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk.

Pertumbuhan populasi yang disertai peningkatan kepadatan penduduk memicu meningkatnya kebutuhan masyarakat, salah satunya dalam sektor domestik. Dalam konteks emisi gas rumah kaca, emisi sektor domestik salah satunya berasal dari aktivitas rumah tangga, seperti penggunaan bahan bakar Liquid Petroleum Gas (LPG). Data tahun 2019 menunjukkan sektor perumahan menggunakan energi sebanyak 84 juta BOE, di mana LPG menyumbang porsi terbesar sebesar 72,43% (Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020). Menurut data dari Badan Pusat Statistik, pemakaian gas LPG di Kabupaten Wonogiri mengalami kenaikan setiap tahunnya selama kurun waktu 5 tahun, dari tahun 2016 hingga 2021. Jumlah konsumsi di tahun 2016 sebesar 18.077 Mton, tahun 2017 sebesar 20.252 Mton, tahun 2018 sebesar 22.221 Mton, tahun 2019 sebesar 24.192 Mton, tahun 2020 sebesar 25.835 Mton, dan tahun 2021 sebesar 27.063 Mton. Peningkatan penggunaan LPG sejumlah 49,71% terjadi selama kurun waktu tersebut.

Sektor industri di Kabupaten Wonogiri memiliki peranan strategis dalam pembangunan daerah. Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Wonogiri Nomor 5 Tahun 2022 tentang Rencana Pembangunan Industri Kabupaten Wonogiri Tahun 2022-2042, industri pengolahan merupakan penyumbang terbesar kedua PDRB setelah sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Pada tahun 2020, kontribusi sektor industri pengolahan mencapai Rp5,12 triliun atau sebesar 17,56% dari total PDRB Wonogiri (Pemerintah Kabupaten Wonogiri, 2022).

Jenis industri unggulan yang dikembangkan meliputi industri makanan, tekstil dan pakaian jadi, kayu dan furnitur, farmasi dan jamu tradisional, serta industri bahan galian bukan logam (Pemerintah Kabupaten Wonogiri, 2022). Pada tahun 2020, terdapat 28 perusahaan besar dan menengah dengan total tenaga kerja mencapai 13.106 orang, selain ribuan unit Industri Kecil Menengah (IKM) seperti produksi tempe, gula kelapa, anyaman bambu, mebel, dan batik (Pemerintah Kabupaten Wonogiri, 2022).

Menurut data Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, pada tahun 2024 Kabupaten Wonogiri memiliki 578 industri dan 37.746 tenaga kerja. Berdasarkan data resmi dari BPS Kabupaten Wonogiri, sektor industri pengolahan tumbuh sebesar 6,49% di tahun 2024, walaupun pertumbuhan ekonomi kabupaten secara keseluruhan melambat menjadi 4,93%. Industri padat karya seperti garmen menjadi salah satu sektor utama dengan serapan tenaga kerja yang besar. Industri di Wonogiri pada tahun 2025 memiliki potensi yang cukup besar untuk berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi daerah sekaligus menjadi sumber emisi gas rumah kaca (GRK) yang perlu dikelola secara baik.

Selama tahun 2016-2021, struktur perekonomian Kabupaten Wonogiri didominasi oleh 6 (enam) kategori lapangan usaha, yaitu Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan; Industri Pengolahan; Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor; Konstruksi; Jasa Pendidikan; dan Transportasi dan Pergudangan (Pemerintah Kabupaten Wonogiri, 2022).

Sumbangan PDRB sektor industri pengolahan bukan migas dalam jangka waktu 2016-2021 di Kabupaten Wonogiri untuk posisi pertama adalah tekstil, barang kulit, dan alas kaki sebesar 13,7%. Di posisi kedua adalah industri makanan dan minuman yang mempunyai angka sumbangan PDRB sebesar 6,69%. Penyumbang PDRB ketiga adalah barang kayu dan hasil hutan lainnya sebesar 6,09%. Selanjutnya, industri kimia, farmasi, dan obat tradisional yang mampu memberikan sumbangan PDRB sebesar 4,69%. Setelah itu, pupuk kimia dan barang dari karet yang memberikan sumbangan sebesar 4,67%, dan disusul oleh industri kertas dan barang cetakan sebesar 3,84%, kemudian industri alat angkutan, mesin, dan barang perapian sebesar 2,91%, dan barang lainnya 2,05%, semen dan barang lain bukan logam sebesar 1,88% (Pemerintah Kabupaten Wonogiri, 2022).

Jumlah kecelakaan kerja di Indonesia telah meningkat dari tahun ke tahun. Sebagai contoh, pada tahun 2017 terdapat 123.000 kasus yang tercatat, meningkat sebesar 20% dibandingkan tahun 2016. Dari tahun 2019 hingga 2021, total jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia meningkat dari 210.789 menjadi 234.370 (Ali et al., 2019). Hal ini menunjukkan masih diperlukannya prosedur K3 yang memadai untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja.

Salah satu potensi bahaya dalam implementasi strategi reduksi emisi GRK adalah ketika proses instalasi PLTS atap industri dan *biodigester*. Mengacu pada SNI 7826:2012, beberapa pekerjaan instalasi *biodigester* yang memiliki potensi bahaya adalah pengerjaan pondasi, dinding, dan kubah dari tangki pencernaan; pemasangan pipa saluran pemasukan bahan baku (*inlet*) dan pengeluaran gas; serta pengujian unit biogas (pengisian air dan pemompaan asap).

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan adanya kajian dan perencanaan strategi yang berfokus pada upaya pengurangan emisi gas rumah kaca di sektor domestik dan industri di Kabupaten Wonogiri. Tugas akhir ini berusaha mencari dan menentukan prioritas strategi penurunan emisi GRK yang tepat pada kedua sektor di Kabupaten Wonogiri, serta mengimplementasikan prosedur K3 yang sesuai untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang melatarbelakangi perencanaan ini, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan aktivitas pembakaran bahan bakar fosil (batu bara, minyak, dan gas alam) yang berbanding lurus dengan emisi GRK yang diperoleh dari aktivitas tersebut pada sektor industri.
2. Peningkatan laju pertumbuhan penduduk Kabupaten Wonogiri yang linier dengan peningkatan kebutuhan sektor domestik, yaitu penggunaan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*).
3. Adanya rencana pembangunan kawasan industri di Kabupaten Wonogiri yang melibatkan 9 kecamatan per tahun 2042, yang berpotensi menyumbangkan lebih banyak emisi GRK.
4. Kabupaten Wonogiri berpotensi mengalami penurunan kualitas udara akibat peningkatan emisi GRK di sektor industri dan sektor domestik.
5. Kasus kecelakaan kerja yang meningkat dari tahun ke tahun akibat kurangnya penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP) K3 yang sesuai.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil inventarisasi emisi GRK pada sektor domestik dan industri di Kabupaten Wonogiri untuk parameter CO₂, CH₄, dan N₂O?
2. Bagaimana persebaran emisi GRK di Kabupaten Wonogiri pada sektor domestik dan industri untuk parameter CO₂, CH₄, dan N₂O?
3. Bagaimana penyusunan rencana strategi reduksi emisi GRK pada sektor domestik dan industri di Kabupaten Wonogiri melalui penerapan sistem pengendalian emisi, perencanaan desain teknis, dan perencanaan anggaran (RAB) untuk reduksi emisi?
4. Bagaimana penerapan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) untuk implementasi strategi reduksi emisi yang dipakai?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dari perencanaan ini sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil inventarisasi emisi GRK pada sektor domestik dan industri di Kabupaten Wonogiri untuk parameter CO₂, CH₄, dan N₂O.
2. Menganalisis daya tampung beban emisi GRK yang mampu diserap oleh lingkungan di Kabupaten Wonogiri dengan metode *box model* untuk parameter CO₂, CH₄, dan N₂O.
3. Menentukan dan merancang strategi reduksi emisi GRK pada sektor industri dan domestik di Kabupaten Wonogiri melalui penerapan sistem pengendalian emisi, perencanaan desain teknis, dan perencanaan anggaran (RAB) untuk reduksi emisi.
4. Memastikan aspek persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) saat implementasi strategi reduksi emisi.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam perencanaan dilakukan agar pembahasan memiliki lingkup yang jelas. Masalah dalam perencanaan ini yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Wilayah studi yang diambil dalam perencanaan ini untuk sektor industri adalah Kabupaten Wonogiri. Industri yang dijadikan objek penelitian adalah industri skala menengah dan besar yang termasuk kedalam kategori industri pengolahan (manufaktur) atau industri yang menghasilkan barang melalui proses produksi. Objek penelitian sektor domestik adalah sampel warga di Kabupaten Wonogiri.
2. Parameter emisi GRK yang dianalisis untuk masing-masing sektor adalah CO₂, CH₄, dan N₂O.
3. Inventarisasi emisi GRK menggunakan pedoman *IPCC Guidelines 2006* dan pedoman penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca nasional dengan menggunakan data-data dari berbagai lembaga terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup, dan Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian.
4. Sumber emisi yang akan diinventarisasikan pada sektor domestik adalah emisi GRK dari penggunaan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dari aktivitas memasak.
5. Penentuan strategi reduksi emisi GRK mengacu pada RAN-GRK dan RAD-GRK yang sejalan dengan rencana arah pembangunan daerah.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perencanaan ini meliputi:

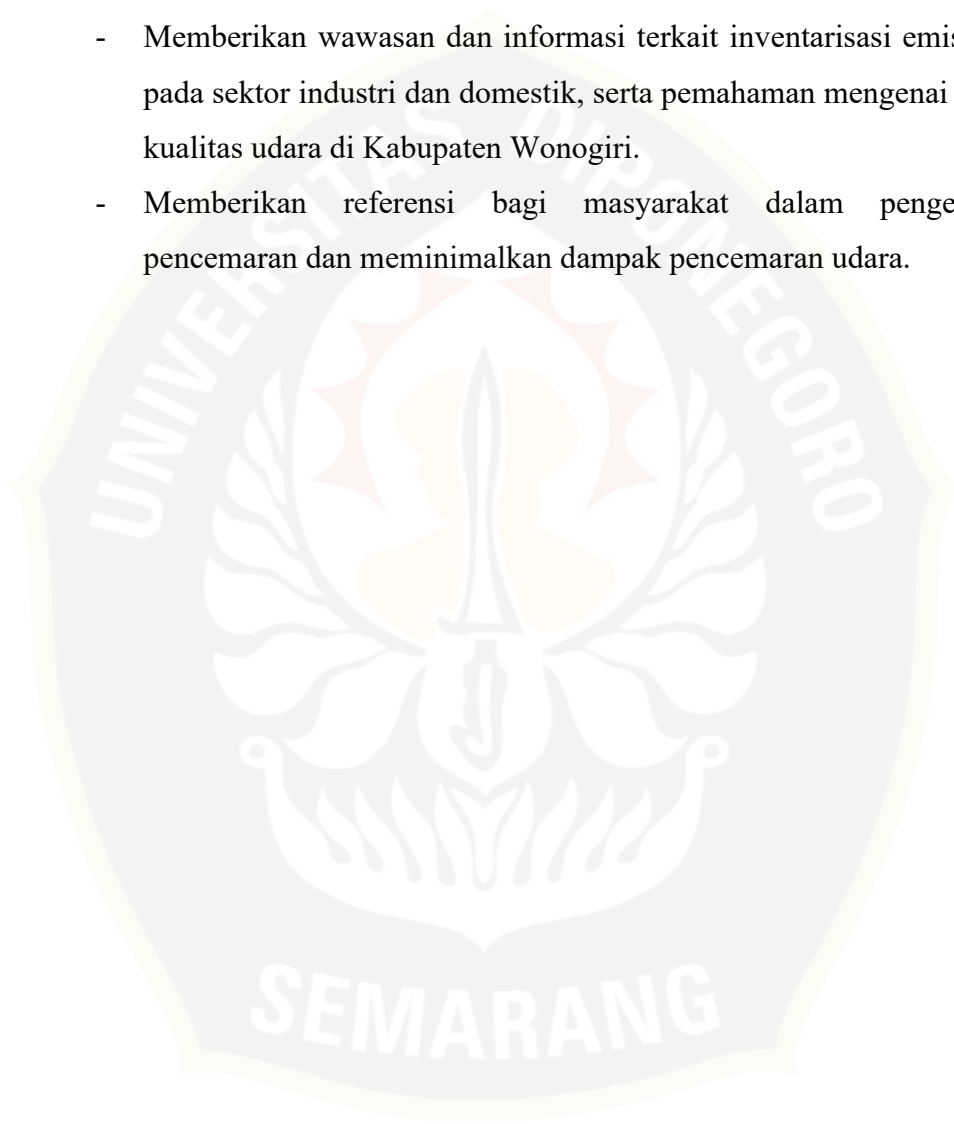
1. Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan
 - Memberikan referensi dalam pengendalian pencemaran udara.
 - Memberikan informasi dan pemahaman terkait inventarisasi emisi GRK sektor domestik dan industri.
 - Memberikan informasi pengaruh pencemaran udara untuk sektor domestik dan industri serta pengaruhnya terhadap lingkungan.

2. Bagi Pemerintah Daerah

Memberikan inventarisasi dan strategi reduksi emisi gas rumah kaca di sektor domestik dan industri sebagai bahan pertimbangan dalam upaya reduksi emisi gas rumah kaca di Kabupaten Wonogiri.

3. Bagi Masyarakat

- Memberikan wawasan dan informasi terkait inventarisasi emisi GRK pada sektor industri dan domestik, serta pemahaman mengenai kondisi kualitas udara di Kabupaten Wonogiri.
- Memberikan referensi bagi masyarakat dalam pengendalian pencemaran dan meminimalkan dampak pencemaran udara.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Amin, M., & Husin, A. E. (2019). Key Success Factors for Safety Programs Implementation in Indonesian Construction Projects. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 10(02), 1385–1394. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36301.49127>
- Amrullah, M., Pravitasari, D., & Nisworo, S. (2023). Potensi Pengurangan Emisi Gas Kabron dengan Perencanaan PLTS Atap pada Gedung Fakultas Teknik 03 Untidar. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2.
- Arifin, M. (2023). Analisis Pengaruh Co-Firing Biomassa Terhadap Kinerja Peralatan Boiler PLTU Batubara Unit 1 PT.XYZ. *Journal of New Energies and Manufacturing (JONEM)*, 02(1), 1–14. <https://doi.org/10.22441/jonem.v2i1.16714>
- Artiani, G. P., & Handayasari, I. (2017). Optimalisasi Pengolahan Sampah Organik dengan Teknologi Biodigester sebagai Upaya Konservasi Lingkungan. *Jurnal Kajian Ilmu Dan Teknologi*.
- Bada Pusat Statistik Jawa Tengah. (2024). *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2024*.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Pedoman Perhitungan Proyeksi Penduduk*.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Keadaan Angkatan Kerja Kabupaten Wonogiri*. <https://doi.org/2303004.3312>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Kabupaten Wonogiri Dalam Angka 2025*.
- Baitierachmah, S., Adzillah, W. N., Azis, D., & Fauzie, K. (2025). Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Aktivitas Pertanian Padi Sawah di Kabupaten Karawang. In *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 13, Number 1).
- Bappenas. (2013). *Petunjuk Teknis Pemantauan, Evaluasi dan Pelaporan Pelaksanaan RAD-GRK*.
- Bappenas. (2019). *Laporan Implementasi Perencanaan Pembangunan Rendah Karbon*.
- Bawa Susana, I. G., Putra, I. K. P., & Wiryana Aryadi, I. G. A. K. C. A. (2025). Analisis Potensi Biomassa Sekam Padi di Pulau Lombok, Indonesia Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Energy, Materials and Product Design*, 4(1), 260–265. <https://doi.org/10.29303/empd.v4i1.6877>
- Cahyo, N., Triani, M., Sitanggang, R., Supriyanto, E., & Paryanto. (2022). Simulasi Karakteristik Co-Firing Sekam Padi pada PLTU Batubara Pulverized Coal Kapasitas 400 MWe. *ROTASI*, 24(2), 43–53.
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O.,

- Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023a). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023b). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.* (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kabupaten Wonogiri. (2025). *Jumlah Penduduk Kabupaten Wonogiri.*
- Disnaker Kabupaten Wonogiri. (2025). *Jumlah Tenaga Kerja Kabupaten Wonogiri.*
- Febriana Pratiwi, N., Pudir, A., & Mursanto, W. B. (2022). *Perencanaan PLTS Atap On Grid Kapasitas 163,8 kWp untuk Suplaiaya Industri Tekstil.*
- Gubernur Jawa Tengah. (2024). *Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 36 tahun 2024 : Rencana Aksi Daerah Tujuan Berkelanjutan Tahun 2024-2026.*
- Harvin Dwipa Pranata, & Tatan Sukwika. (2022). Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC. *Jurnal Teknik*, 20(1), 1–13.
- Hassan, N. E. (2024). Global warming: Causes, impacts and urgent strategies for a sustainable future: A review. *GSC Advanced Research and Reviews*, 20(3), 073–087. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2024.20.3.0338>
- Hudaya, S. ; G. K. (2019). Bahan Bakar CO-Firing dari Batubara dan Biomassa Tertorefaksi dalam Bentuk Briket (Skala Laboratorium). *Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15.

- IPCC. (2006). *Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2 : Stationary Combustion*. 361–362. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804173-4.00145-9>
- IPCC. (2007a). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- IPCC. (2007b). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. In *Cambridge University Press* (Vol. 3, Number June).
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. In *Global Warming of 1.5°C*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.003>
- Kaufhold, C., Willeit, M., Liu, B., & Ganopolski, A. (2025). Assessing the lifetime of anthropogenic CO₂ and its sensitivity to different carbon cycle processes. *Biogeosciences*, 22(12), 2767–2801. <https://doi.org/10.5194/bg-22-2767-2025>
- Kementerian ESDM. (2019). *Faktor Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Sistem Ketenagalistrikan Tahun 2019*.
- Kementerian Ketenagakerjaan. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). Permenaker RI Nomor 5 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*, (567), 1–69. <https://indolabourdatabase.files.wordpress.com/2018/03/permenaker-no-8-tahun-2010-tentang-apd.pdf>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2010). *Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.73/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*.
- KLHK. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 1 Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca*.
- Lehtonen, O., & Okkonen, L. (2019). Energy cost reduction creates additional socioeconomic benefits— The case of Eno Energy Cooperative, Finland. *Energy Policy*, 129, 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.018>

- Marfuah, H. H., Tri Hapsari, Y., & Kurniawanti. (2024). Analisis Potensi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determine Control (HIRADC) Studi Kasus : UMKM Logam di Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 6(1), 62–73. <https://doi.org/10.37631/jri.v6i1.835>
- Mitra Hijau. (2021). *Buku Panduan Perencanaan, Pembangunan, Operasional dan Pemeliharaan PLTS Atap*.
- Nurhidayat, A. Y., Roschyntawati, A., Wardani, K. S., Upahita, D. P., Primadiyanti, S. P., & Utomo, D. P. (2024). *Seaplane Base Site Selection Using Analytical Hierarchy Process (AHP) for Amphibian Plane Test Flight and Operation*. 11(04), 3507–3519.
- Olivier, J. G. J., & Peters, J. A. H. W. (2020). *TRENDS IN GLOBAL CO 2 AND TOTAL GREENHOUSE GAS EMISSIONS 2020 Report Trends in global CO2 and total greenhouse gas emissions: 2020 Report*. www.pbl.nl/en.
- Pemerintah Kabupaten Wonogiri. (2022). *Peraturan Daerah Kabupaten Wonogiri Nomor 5 Tahun 2022 tentang Rencana Pembangunan Industri Kabupaten Wonogiri Tahun 2022-2042*.
- Pratama, R., & Kunci, K.-K. (2019). EFEK RUMAH KACA TERHADAP BUMI. In *Cetak) Buletin Utama Teknik* (Vol. 14, Number 2). Online.
- Purohit, D. P., Siddiqui, Dr. N. A., Nandan, A., & Dr. Bikarama P Yadav. (2017). *Hazard Identification and Risk Assessment in Automotive Industry*. 13(May), 7639–7667.
- Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi*.
- Putri, S. A., Alfirdaus, L. K., & Marlina, N. (2022). Analisis Hambatan Pemanfaatan PLTS di Provinsi Jawa Tengah dalam Upaya Meningkatkan Peran Energi Baru dan Energi Terbarukan pada Tahun 2020-2022. *Jurnal Energi Dan Kebijakan Publik*, (2), 45–60.
- Radityazty Dahayu Nurhayati;, & Purnomo, Y. S. (2023). Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(3), 450–461. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1883>
- Rajput, V., Kumar, N., & Agrawal, A. (2022). Optimization of waste kota stone dust filled epoxy composite by analytical hierarchy process (AHP) approach. *Materials Today: Proceedings*, 50, 1708–1712. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.168>
- Ramachandra, T. (2008). Geographical Information System Approach for Regional Biogas Potential Assessment. *Environmental Sciences*.
- Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*.

- Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional*.
- Republik Indonesia. (2024). *Permen LHK No 12 Tahun 2024 (1)*.
- Riady, R. R., & Wulandari, O. N. (2024). *Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dan Gas Konvensional pada Sektor Transportasi dan Domestik di Kota Semarang*. Universitas Diponegoro.
- Saunois, M., R. Stavert, A., Poulter, B., Bousquet, P., G. Canadell, J., B. Jackson, R., A. Raymond, P., J. Dlugokencky, E., Houweling, S., K. Patra, P., Ciais, P., K. Arora, V., Bastviken, D., Bergamaschi, P., R. Blake, D., Brailsford, G., Bruhwiler, L., M. Carlson, K., Carrol, M., ... Zhuang, Q. (2020). The global methane budget 2000-2017. *Earth System Science Data*, 12(3), 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>
- Setiyo Huboyo, H., & Samadikun, B. P. (2018). *APLIKASI BOX MODEL SEDERHANA UNTUK ESTIMASI KONSENTRASI POLUTAN BLACK CARBON DI ATMOSFER*. 15(2).
- Suyitno, Sujono, A., & Dharmanto. (2010). *Teknologi Biogas: Pembuatan, Operasional, dan Pemanfaatan*.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 (2016).
- Wonogiri, K. (2025). *Berita Resmi Statistik - Kemiskinan Kabupaten Wonogiri*. 1–10.