

Nomor : 142 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/XI/2024
143 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/XI/2024

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN REDUKSI EMISI UDARA
KONVENSIONAL DAN GAS RUMAH KACA (GRK)
PADA SEKTOR PERTANIAN DI KABUPATEN
GROBOGAN**



Disusun Oleh :

Nayla Izza Azhari 21080121130065

Kenta Priguna 21080121140169

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Kenta Priguna
NIM : 21080121140169
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Reduksi Emisi Udara Konvensional dan Gas Rumah Kaca (GRK) pada Sektor Pertanian di Kabupaten Grobogan

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. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D. IPM
197803032010122001

Pembimbing II:

Dr. Eng. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T.
199203242019031016

Ketua Penguji:

Dr. Ling., Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng.
197103301998022001

Anggota Penguji:

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPM., ASEAN Eng.
195811071988031001

Semarang, 19 Mei 2025

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua

Prof. Dr. Ir. Badrus Saman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Nayla Izza Azhari
NIM : 21080121130065
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Reduksi Emisi Udara Konvensional dan Gas Rumah Kaca (GRK) pada Sektor Pertanian di Kabupaten Grobogan

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. Eng. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T.
199203242019031016

Pembimbing II:

Ir. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D. IPM
197803032010122001

Ketua Penguji:

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPM., ASEAN Eng.
195811071988031001

Anggota Penguji:

Dr. Ling, Ir. Sri Sumiyati, S.T., M.Si., IPM., ASEAN Eng.
197103301998022001

Semarang, 16 Mei 2025

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua

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

ABSTRAK

Sektor pertanian merupakan penyumbang signifikan emisi gas rumah kaca (GRK) dan emisi udara konvensional. Kabupaten Grobogan, sebagai wilayah pertanian utama di Jawa Tengah, menghadapi tantangan peningkatan emisi dari aktivitas seperti pembajakan, pemupukan, dan pembakaran limbah. Penelitian ini bertujuan merencanakan strategi reduksi emisi GRK dan gas konvensional secara terintegrasi. Inventarisasi emisi dilakukan menggunakan metode IPCC 2006 & 2019, sedangkan distribusi polutan dimodelkan dengan Box Model.

Dua strategi utama diusulkan, yaitu pemanfaatan biochar dari pirolisis limbah pertanian untuk mengurangi emisi CH_4 dan N_2O , serta substitusi bahan bakar traktor dengan biosolar untuk menekan emisi NO_x dan SO_x . Metode AWD (Alternate Wetting and Drying) juga diterapkan untuk mengurangi emisi dari lahan sawah. Hasil perencanaan menunjukkan potensi penurunan emisi yang signifikan dan memberikan dasar kuat bagi kebijakan pengendalian emisi di sektor pertanian. Penelitian ini diharapkan mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan di Kabupaten Grobogan.

Kata Kunci : Kabupaten Grobogan, Emisi Gas Rumah Kaca, Emisi Udara Konvensional, Pertanian, Biochar, Pirolisis, AWD (Alternate Wetting and Drying), IPCC, Box Model, Kabupaten Grobogan, Mitigasi Emisi

ABSTRACT

The agricultural sector is a significant contributor to greenhouse gas (GHG) emissions and conventional air pollutants. Grobogan Regency, a major agricultural area in Central Java, faces increasing emissions from activities such as plowing, fertilization, and open burning of crop residues. This study aims to design an integrated emission reduction plan for GHGs and conventional air pollutants. Emission inventories were conducted using the IPCC 2006 & 2019 guidelines, while pollutant dispersion was modeled using the Box Model.

Two main mitigation strategies are proposed: utilizing biochar from agricultural waste pyrolysis to reduce CH₄ and N₂O emissions, and substituting fossil diesel with biosolar to reduce NO_x and SO_x emissions. The Alternate Wetting and Drying (AWD) method is also applied to lower methane emissions from rice fields. The planning results indicate a significant potential reduction in emissions and provide a strong foundation for emission control policies in the agricultural sector. This study is expected to promote more sustainable farming practices in Grobogan Regency.

Keywords : *Grobogan Regency, Greenhouse Gas Emissions, Conventional Air Emissions, Agriculture, Biochar, Pyrolysis, AWD (Alternate Wetting and Drying), IPCC, Box Model, Grobogan Regency, Emission Mitigation.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan lahan untuk pertanian secara global telah berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut data terbaru, Indonesia merupakan negara keenam penghasil emisi GRK global dengan total emisi sebesar 1.475,83 juta ton CO₂eq atau 3,11% dari emisi global. Sektor pertanian menyumbang sekitar 10,46% dari total emisi tersebut (Annur, 2022). Emisi GRK dari sektor pertanian terutama berasal dari aktivitas seperti budidaya padi sawah, penggunaan pupuk nitrogen, dan pembakaran biomassa. Gas-gas utama yang dihasilkan meliputi karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O), yang memiliki potensi pemanasan global yang tinggi (IPCC, 2019).

Dalam upaya mengurangi emisi GRK, pemerintah Indonesia telah menetapkan target penurunan emisi melalui dokumen Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC). Target tersebut ditingkatkan dari 29% menjadi 31,89% pada tahun 2030 melalui upaya domestik, dan hingga 43,2% dengan bantuan internasional (Annur, 2022). Sektor pertanian menjadi salah satu fokus utama dalam upaya mitigasi ini, mengingat kontribusinya yang besar terhadap emisi GRK nasional.

Pengurangan emisi juga mempertimbangkan sektor pembangunan, khususnya sektor pertanian dengan target utama adalah produksi pangan dan menjaga ketahanan pangan. Dalam produksi pangan dan menjaga ketahanan pangan yang terpenting adalah ketersediaan lahan pertanian. Dalam RPJMN 2020 – 2024 target penurunan emisi bidang pertanian, Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) telah berkomitmen untuk mengurangi emisi dari sektor lahan (pertanian termasuk didalamnya) sebesar 58,3% pada Tahun 2024 (*low carbon development Indonesia*, 2020). Gas karbon dioksida (CO₂), gas metana (CH₄) dan gas nitrogen oksida (N₂O) merupakan tiga jenis gas rumah kaca yang terkait aktivitas pertanian.

Oleh karena itu, diperlukan upaya perencanaan reduksi emisi udara konvensional dan GRK pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber emisi, menghitung tingkat emisi, dan merancang strategi mitigasi yang efektif dan berkelanjutan.

Kabupaten Grobogan, sebagai salah satu wilayah dengan luas lahan pertanian yang signifikan di Jawa Tengah, memiliki peran penting dalam produksi pangan nasional. Dengan total area pertanian yang mencapai ribuan hektar, kabupaten ini merupakan sentra produksi padi, jagung, dan berbagai komoditas lainnya. Namun, di balik kontribusi positifnya, sektor pertanian di Grobogan juga menghasilkan emisi udara konvensional dan GRK yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Praktik pertanian intensif, seperti penggunaan pupuk kimia berlebihan dan pembakaran limbah pertanian, telah menjadi penyebab utama peningkatan emisi gas konvensional seperti amonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x), serta GRK seperti CO_2 , CH_4 , dan N_2O (Indarto *et al.*, 2020).

Pembakaran limbah pertanian secara terbuka, yang masih banyak dilakukan oleh petani di Grobogan, melepaskan partikel debu (PM_{10} dan $\text{PM}_{2.5}$) serta senyawa berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon. Partikulat halus seperti $\text{PM}_{2.5}$ tidak hanya berdampak pada kualitas udara, tetapi juga menyebabkan gangguan kesehatan seperti penyakit pernapasan dan kardiovaskular (WHO, 2013). Selain itu, emisi GRK yang tinggi dari praktik pertanian konvensional mempercepat pemanasan global dan mengancam ketahanan pangan melalui perubahan iklim, seperti kenaikan suhu dan perubahan pola curah hujan (Lal *et al.*, 2011). Perubahan ini memengaruhi produktivitas pertanian dan stabilitas hasil panen, yang pada akhirnya mengancam ketahanan pangan di tingkat lokal maupun nasional. Sebagai contoh, siklus kekeringan yang semakin sering dapat memengaruhi ketersediaan air irigasi, yang sangat vital untuk lahan pertanian padi di wilayah ini.

Melihat latar belakang dan permasalahan di atas, maka disusunlah strategi perencanaan pengendalian dan reduksi emisi udara konvensional dan gas rumah kaca (GRK) pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan. Strategi ini dirancang

untuk menjawab kebutuhan mitigasi yang terintegrasi, tidak hanya menurunkan emisi, tetapi juga tetap menjaga produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua arah utama mitigasi, yaitu:

1. Pengendalian emisi GRK melalui pemanfaatan biochar dari hasil pirolisis limbah pertanian dan kotoran ternak, yang digunakan sebagai soil amendment. Biochar berfungsi meningkatkan kualitas tanah, menyerap dan menyimpan karbon, serta mengurangi pelepasan gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) dari lahan pertanian.
2. Pengurangan emisi gas konvensional, khususnya dari sektor penggunaan traktor berbahan bakar fosil, dengan mengusulkan substitusi dan *blending* bahan bakar solar ke biosolar hasil pirolisis limbah pertanian. Penggunaan bahan bakar alternatif ini diharapkan mampu menurunkan emisi NO_x dan SO_x , serta mendukung pendekatan pertanian rendah karbon secara keseluruhan.

Dengan kombinasi kedua strategi tersebut, perencanaan ini tidak hanya bertujuan menekan emisi, tetapi juga memanfaatkan limbah pertanian secara optimal dan berkelanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi kebijakan dan program mitigasi sektor pertanian di tingkat daerah, khususnya di Kabupaten Grobogan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah:

1. Praktik Pembakaran Limbah Pertanian

Petani sering membakar sisa tanaman setelah panen untuk membersihkan lahan dengan cepat, yang menghasilkan CO_2 dan partikel berbahaya lainnya. Praktik ini tidak hanya mencemari udara tetapi juga berdampak negatif pada kesehatan masyarakat sekitar (Prabhu & Palani, 2020).

2. Penggunaan pupuk nitrogen berlebihan

Penggunaan pupuk nitrogen dalam pertanian melepaskan N_2O , gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 298 kali lebih besar daripada CO_2 . Penerapan pupuk yang berlebihan atau tidak tepat waktu dapat meningkatkan emisi N_2O dari tanah (Smith *et al.*, 2014).

3. Minimnya penggunaan teknologi rendah emisi

Kurangnya adopsi teknologi rendah emisi seperti pengolahan limbah pertanian, sistem pertanian tanpa bakar, atau metode irigasi terkontrol membuat emisi di sektor pertanian sulit dikendalikan. Hal ini juga disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan akses petani terhadap teknologi tersebut (Yamamoto & Itagaki, 2019).

4. Kurangnya sistem pemantauan emisi

Tidak adanya sistem pemantauan yang andal membuat data emisi dari sektor pertanian sulit diukur secara akurat. Data yang tidak konsisten atau tidak terukur dengan baik menghambat pembuatan strategi pengurangan emisi yang efektif (IPCC, 2019).

5. Implementasi kebijakan yang terbatas

Meskipun ada kebijakan nasional tentang pengurangan emisi, penerapannya di tingkat kabupaten masih terbatas. Pemerintah daerah sering menghadapi kendala dalam hal anggaran dan sumber daya untuk menerapkan inisiatif pengurangan emisi secara menyeluruh (Bappenas, 2019).

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam pelaksanaan “Perencanaan Reduksi Emisi Udara Konvensional dan Gas Rumah Kaca (GRK) pada Sektor Pertanian di Kabupaten Grobogan” terdiri atas:

1.3.1 Pembatasan Wilayah Penelitian

Perencanaan reduksi emisi udara konvensional dan gas rumah kaca (GRK) pada sektor pertanian difokuskan pada dua kecamatan di Kabupaten Grobogan, yaitu Kecamatan Godong dan Kecamatan Pulokulon, sebagai wilayah representatif untuk aktivitas pertanian.

1.3.2 Pembatasan Sasaran

Mengukur dan mengevaluasi konsentrasi emisi udara konvensional dan gas rumah kaca yang terkandung dalam udara di sekitar area pertanian dan kemudian merancang instalasi reduksi emisi dari hasil pembakaran limbah hasil pertanian.

1.3.3 Pembatasan Waktu

Waktu yang diperlukan dalam merencanakan reduksi emisi udara konvensional dan gas rumah kaca (GRK) pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan adalah selama tiga bulan dimulai pada bulan Desember hingga bulan Februari yang terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan
2. Studi literatur dan kajian Pustaka
3. Pengamatan langsung dan observasi lapangan
4. Wawancara dan diskusi
5. Pengumpulan data primer dan sekunder
6. Desain penelitian dan implementasi sistem
7. Pengujian, evaluasi, dan validasi hasil penelitian
8. Penyusunan laporan

1.3.4 Pembatasan Perencanaan

Pembahasan dibatasi dalam beberapa aspek, yaitu:

1. Penelitian difokuskan pada 2 kecamatan, yaitu Kecamatan Godong dan Kecamatan Pulokulon, Kabupaten Grobogan, sebagai wilayah representatif untuk aktivitas pertanian.
2. Parameter emisi gas rumah kaca (GRK) yang dianalisis meliputi CO₂, CH₄, dan N₂O, sesuai dengan panduan IPCC 2006 & 2019. Parameter emisi udara konvensional yang dikaji meliputi SO_x dan NO_x dengan pendekatan metode Box Model.

3. Perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) menggunakan metode perhitungan IPCC 2006 & 2019, sedangkan analisis distribusi dan konsentrasi gas konvensional menggunakan metode Box Model.
4. Aktivitas pertanian yang dikaji mencakup penggunaan pupuk, praktik pengelolaan lahan seperti *soil management* (pembajakan), *soil liming*, dan sistem irigasi, serta penggunaan kendaraan pertanian seperti traktor.
5. Data yang digunakan bersumber dari Dinas Lingkungan hidup (DLH) Kabupaten Grobogan dan Dinas Pertanian (Dispertan) Kabupaten Grobogan.

1.4 Perumusan Masalah, Tujuan, dan Manfaat

1.4.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat emisi gas rumah kaca (GRK) dan emisi udara konvensional yang dihasilkan dari aktivitas pertanian di Kabupaten Grobogan?
2. Bagaimana perhitungan emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas pertanian dengan menggunakan metode Perhitungan IPCC 2006 & 2019, serta bagaimana distribusi gas konvensional dapat dimodelkan menggunakan metode Box Model?
3. Strategi apa yang dapat diusulkan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dan mengendalikan emisi udara konvensional pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan?

1.4.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menginventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) dan emisi udara konvensional dari aktivitas pertanian di Kabupaten Grobogan.
2. Menganalisis hasil perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) dengan menggunakan metode Perhitungan IPCC 2006 & 2019, serta

memodelkan distribusi gas konvensional menggunakan metode Box Model.

3. Menyusun usulan strategi untuk mitigasi emisi gas rumah kaca (GRK) dan pengendalian emisi udara konvensional pada sektor pertanian di Kabupaten Grobogan.

1.4.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis Tugas Akhir:
 - Sebagai kesempatan untuk mengembangkan kemampuan dalam melakukan penelitian ilmiah secara terstruktur terkait emisi gas rumah kaca (GRK) dan gas konvensional.
 - Memperdalam pemahaman mengenai metode inventarisasi emisi dengan pendekatan gain-loss (IPCC, 2019) dan box model, serta penerapannya dalam sektor pertanian.
2. Bagi Pemerintah Daerah:
 - Memberikan data dan informasi ilmiah yang dapat dijadikan acuan untuk menyusun kebijakan pengurangan emisi GRK dan pencemaran udara konvensional di sektor pertanian, khususnya di Kabupaten Grobogan.
 - Memberikan panduan bagi pemerintah daerah untuk mendorong praktik pertanian ramah lingkungan yang berkelanjutan di Kecamatan Godong dan Pulokulon.
3. Bagi Petani dan Masyarakat Kabupaten Grobogan:
 - Memberikan pemahaman kepada petani mengenai dampak aktivitas pertanian terhadap emisi GRK dan pencemaran udara, serta solusi untuk meminimalkan dampak tersebut.
 - Meningkatkan kesadaran masyarakat lokal terhadap pentingnya pengelolaan lingkungan, terutama dalam sektor pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Annur M.C. (2022). *Indonesia Naikkan Target Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Jadi 31,89% pada 2030*. Databoks. <https://databoks.katadata.co.id>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Statistik Pertanian di Kabupaten Grobogan*. Jakarta: BPS.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). (2019). *Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN GRK) 2019-2024*. Jakarta: Bappenas.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2011). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574. DOI: 10.1126/science.1110500.
- Hassan, A. A., & Crowther, J. M. (1998). A simple model of pollutant concentrations in a street canyon. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 52(3), 269-280.
- Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2018). Aplikasi box model sederhana untuk estimasi konsentrasi polutan black carbon di atmosfer. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(2), September.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC, Switzerland, 2019
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Pedoman Pertanian Berkelanjutan dan Praktik Pertanian Ramah Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Prabhu, R., & Palani, K. (2020). Impact of agricultural practices on greenhouse gas emissions: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(30), 38085-38098. DOI: 10.1007/s11356-020-08830-2.

- Sullivan, C. A., & Meigh, J. R. (2005). Integration of water and land management for sustainable development. *Water Resources Management*, 19(1), 97-113. DOI: 10.1007/s11269-005-1234-4.
- World Resources Institute. (2018). *World Resources Report: Creating a Sustainable Food Future*. Washington, D.C.: WRI.
- Yamamoto, S., & Itagaki, T. (2019). Efficient water management and its role in reducing greenhouse gas emissions in agriculture. *Agricultural Water Management*, 223, 105748. DOI: 10.1016/j.agwat.2019.105748.
- Zhang, X., & Wang, S. (2019). Reducing greenhouse gas emissions in agriculture: A review of potential measures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 283, 106584. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106584.