

Nomor Urut : 060 A-2/UN7.F3.6.8.TL/DL/II/2025

061 A-2/UN7.F3.6.8.TL/DL/II/2025

062 A-2/UN7.F3.6.8.TL/DL/II/2025

Laporan Tugas Akhir

**Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional (SO_x,
NO_x, CO dan TSP) dari Sektor Industri, Transportasi, dan
Domestik di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta**



Disusun oleh :

Clarisha Vega Mutiarani	21080121140113
Rohmah Sofa Febriana	21080121140166
Narra Balinda Nariswari	21080121140168

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2025

HALAMAN PENGESAHAN

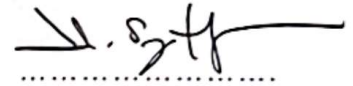
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Clarisha Vega Mutiarani
NIM : 21080121140113
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional (SOX, NOX, CO dan TSP) dari Sektor Industri, Transportasi, dan Domestik di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta

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

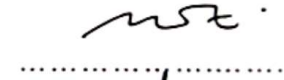
Pembimbing I:

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



Pembimbing II:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
197301302000032001



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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



HALAMAN PENGESAHAN

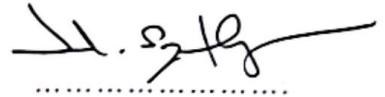
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Rohmah Sofa Febriana
NIM : 21080121140166
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional (SOX, NOX, CO dan TSP) dari Sektor Industri, Transportasi, dan Domestik di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta

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

Pembimbing I:

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



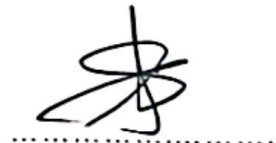
Pembimbing II:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
197301302000032001



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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



Semarang, 21 April 2025

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip



Prof. Dr. Ir. Maurus Zuhman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.

N.P. 19720830200001001

HALAMAN PENGESAHAN

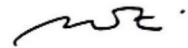
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Narra Balinda Nariswari
NIM : 21080121140168
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional (SO_x, NO_x, CO dan TSP) dari Sektor Industri, Transportasi, dan Domestik di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta

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

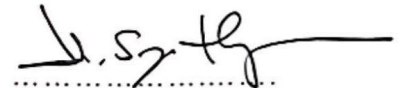
Pembimbing I:

Dr. Ir. Nurandani Hardyanti, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
197301302000032001



Pembimbing II:

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



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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



Semarang, 21 April 2025

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip



Prof. Dr. VenBadrus Zaman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIM 19720830200001001

ABSTRAK

Kabupaten Bantul memiliki jumlah penduduk yang mengalami kenaikan setiap tahunnya sehingga berdampak pada peningkatan jumlah kendaraan, naiknya aktivitas sektor industri, serta peningkatan konsumsi bahan bakar untuk memasak yaitu LPG (*Liquefied Petroleum Gas*). Hal tersebut berdampak pada peningkatan konsentrasi emisi udara gas konvensional di wilayah tersebut. Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan inventarisasi emisi udara konvensional (SO_x, NO_x, CO dan TSP) yang berasal dari sektor industri, transportasi dan domestik. Data beban emisi udara konvensional yang telah dihitung kemudian dianalisis menggunakan metode *Box Model* untuk memodelkan sebaran polutan, menghitung daya tampung udara, serta merancang strategi pengurangan emisi udara konvensional di wilayah Kabupaten Bantul. Hasil inventarisasi menunjukkan adanya peningkatan emisi setiap tahunnya. Pada tahun 2033, sektor transportasi menghasilkan emisi sebesar 487 ton/tahun untuk SO_x, 11.746 ton/tahun untuk NO_x, 87.211 ton/tahun untuk CO, dan 1.845 ton/tahun untuk TSP. Sektor Industri menyumbang emisi sebesar 87,73 ton/tahun untuk SO_x, 82,12 ton/tahun untuk NO_x, 361,30 ton/tahun untuk CO, dan 775,66 ton/tahun untuk TSP. Sementara itu, untuk Sektor Domestik menyumbang emisi sebesar 0,82 ton/tahun untuk parameter SO_x dan TSP, sedangkan 81,63 ton/tahun untuk parameter NO_x dan CO. Berdasarkan perhitungan daya dukung dan daya tampung udara ambien dengan metode *Box Model* untuk parameter TSP, SO_x, CO dan NO_x, pada tahun 2033 di beberapa wilayah diketahui bahwa daya dukung untuk sumber emisi area pada parameter NO_x dan TSP lebih rendah daripada beban emisinya, sehingga menghasilkan nilai daya tampung negatif. Maka diperlukan strategi pengurangan emisi di sektor transportasi yang dirancang melalui penerapan teknologi TWC (*Three Way Catalytic*) pada kendaraan dan peralihan kendaraan listrik motor dan mobil, di sektor industri, upaya dilakukan dengan penerapan konversi biomassa dari limbah kayu dan sekam padi. Selain itu, untuk sektor domestik dilakukan upaya pengurangan emisi dengan perencanaan substitusi bahan bakar LPG dengan Biogas Kotoran Ternak. Setelah penerapan strategi pengurangan emisi, perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung udara ambien Kabupaten Bantul untuk parameter NO_x dan TSP menjadi bernilai positif, menandakan perbaikan kualitas udara di wilayah tersebut.

Kata Kunci: Emisi Udara Konvensional, Box Model, Daya Dukung, Daya Tampung, Reduksi Emisi

ABSTRACT

Bantul Regency has a population that increases every year, resulting in an increase in the number of vehicles, increased industrial sector activity, and increased consumption of cooking fuel, namely LPG (Liquefied Petroleum Gas). The impacts increasing the concentration of conventional gas air emissions in the region. This Final Project aims to conduct an inventory of conventional air emissions (SO_x, NO_x, CO, and TSP) from the industrial, transportation, and domestic sectors. Conventional air emission load data that has been calculated is then analyzed using the Box Model method to model the distribution of pollutants, calculate air capacity, and design conventional air emission reduction strategies in the Bantul Regency area. The inventory results show an increase in emissions every year. In 2033, the transportation sector produced emissions of 487 tons/year for SO_x, 11,746 tons/year for NO_x, 87,211 tons/year for CO, and 1,845 tons/year for TSP. The Industrial Sector contributed emissions of 87.73 tons/year for SO_x, 82.12 tons/year for NO_x, 361.30 tons/year for CO, and 775.66 tons/year for TSP. Meanwhile, the Domestic Sector contributed emissions of 0.82 tons/year for SO_x and TSP parameters, while 81.63 tons/year for NO_x and CO parameters. Based on the calculation of carrying capacity and ambient air capacity using the Box Model method for TSP, SO_x, CO, and NO_x parameters, in 2033 in several regions it is known that the carrying capacity for area emission sources in the NO_x and TSP parameters is lower than the emission load, resulting in a negative carrying capacity value. Therefore, emission reduction strategies are needed in the transportation sector designed through the application of TWC (Three Way Catalytic) technology in vehicles and transition to motorcycle and car electric vehicles, in the industrial sector, efforts are made by applying biomass conversion from wood waste and rice husks. In addition, for the domestic sector, emission reduction efforts were made by planning the substitution of LPG fuel with Livestock Manure Biogas. After the implementation of emission reduction strategies, calculations show that the ambient air capacity of Bantul Regency for NO_x and TSP parameters is positive, indicating an improvement in air quality in the region.

Keywords: Conventional Air Emissions, Box Model, Supportability, Carrying Capacity, Emission Reduction

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dinamika pertumbuhan penduduk dapat meningkatkan kebutuhan energi yang mendorong konversi hingga eksploitasi sumber daya alam sehingga dapat berdampak buruk terhadap lingkungan. Jika dikaitkan dengan pencemaran udara, pertumbuhan penduduk dapat mempengaruhi beberapa hal, diantaranya pertumbuhan jumlah kendaraan dan peningkatan konsumsi bahan bakar yang dapat menyebabkan emisi, pertumbuhan sektor industri demi pemenuhan ekonomi, penggunaan energi lain dalam aktivitas rumah tangga, maupun berkurangnya ruang terbuka hijau. (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020).

Bappenas (2021) menyimpulkan bahwa mulai tahun 2022, sektor energi akan menggantikan sektor kehutanan sebagai penyumbang emisi terbesar di Indonesia dengan persentase sebesar 50,6%. Potensi ini akan terus meningkat hingga tahun 2030, dimana persentase emisi dari sektor energi diprediksi akan menyentuh 59%. Pembakaran bahan bakar minyak dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang apabila terakumulasi di udara dan melebihi baku mutu akan menyebabkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan. Senyawa-senyawa tersebut antara lain TSP, SO_x, NO_x, dan CO.

Kabupaten Bantul merupakan sebuah wilayah kabupaten yang terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan luas wilayah kurang lebih 506,85 km² dan jumlah penduduk sebanyak 1.009.430 jiwa pada tahun 2023 yang mana mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya (BPS Kabupaten Bantul, 2024). Bantul juga merupakan Kabupaten dengan jumlah penduduk tertinggi ke 2 di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Peningkatan jumlah penduduk mencerminkan banyaknya kebutuhan energi sehingga penurunan kualitas udara berpotensi semakin besar. Penurunan kualitas udara dalam hal ini adalah proses pembakaran bahan bakar dari sektor domestik yaitu penggunaan bahan bakar LPG untuk memasak. Diketahui bahwa distribusi bahan bakar utama (gas LPG) di

Kabupaten Bantul yang digunakan di rumah tangga 89,50% dari total penggunaan bahan bakar (BPS Provinsi DIY, 2024). Selain itu, Pada tahun 2024 Konsumsi LPG meningkat 3,22% dibandingkan tahun sebelumnya. Hal tersebut dapat berkontribusi pada pencemaran kualitas udara setempat.

Kabupaten Bantul dilintasi oleh jalan Nasional sebagai jalan arteria primer yang melewati sepanjang pantai selatan. Dengan demikian, banyak aktivitas mobilisasi pada wilayah ini yang menyebabkan timbulnya emisi kendaraan. Pada tahun 2023, tercatat banyaknya kendaraan di Kabupaten Bantul sebanyak 892.025 unit (BPS Provinsi DIY, 2024). Pertumbuhan sektor transportasi di Kabupaten Bantul menyebabkan peningkatan pencemaran udara akibat terjadinya proses pembakaran BBM pada mesin kendaraan. Hal ini dapat menghasilkan senyawa berbahaya seperti CO, NO_x, SO_x, TSP, dan THC (Laura dan Oryza, 2023).

Selain sektor transportasi dan sektor domestik, sebagai penyumbang emisi juga berasal dari sektor industri, banyaknya industri di Kabupaten Bantul menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas udara. Pada tahun 2023, industri pengolahan di Kabupaten Bantul tumbuh sebesar 4,44%, mengalami peningkatan yang signifikan dibanding dengan tahun sebelumnya, yaitu sebesar 3,53% (PDRB Kabupaten Bantul, 2023). Pertumbuhan ini menunjukkan perkembangan sektor industri yang semakin kuat, yang tidak hanya memberikan dampak positif bagi perekonomian daerah dan penciptaan lapangan kerja. Namun, disisi lain pertumbuhan industri juga membawa dampak negatif bagi kualitas lingkungan dikawasan tersebut.

Kabupaten Bantul secara aktif mendorong pertumbuhan sektor industri, khususnya industri perkayuan seperti kayu lapis sebagai upaya meningkatkan perekonomian daerah dan Kabupaten Bantul merupakan salah satu pusat perekonomian bagi Daerah Istimewa Yogyakarta. Seiring dengan meningkatnya aktivitas industri perkayuan, berbagai proses produksi seperti penebangan, pemotongan, pengeringan, dan pengolahan kayu menghasilkan emisi gas buang dan partikel debu yang dapat mempengaruhi kualitas udara (Indah Wibisono, 2024). Emisi dari aktivitas industri yang berasal dari proses produksi, semakin menambah beban lingkungan dan memicu timbul permasalahan lingkungan. Berdasarkan

laporan kerja instansi pemerintah Kabupaten Bantul tahun 2023 dijelaskan bahwa kegiatan di lingkup perindustrian mengalami peningkatan kadar SO_x dan NO_x di udara ambien. Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan perencanaan strategi pengendalian pencemaran udara di Kabupaten Bantul untuk mengatasi masalah peningkatan pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan yang berasal dari sektor industri, transportasi dan domestik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dilakukan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan aktivitas di sektor industri, transportasi, dan domestik yang memiliki potensi peningkatan emisi udara konvensional di Kabupaten Bantul.
2. Belum ada kajian perhitungan sebaran emisi dan kapasitas daya tampung beban emisi metode box model di Kabupaten Bantul
3. Belum banyak kajian yang mendalam terkait tindakan untuk mengatasi pencemaran udara dari sektor transportasi, industri, dan domestik di Kabupaten Bantul.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil inventarisasi emisi udara konvensional dari sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik di Kabupaten Bantul?
2. Bagaimana sebaran emisi dan daya tampung beban emisi yang masih dapat diserap oleh lingkungan di Kabupaten Bantul menggunakan metode *box model*?

3. Bagaimana strategi pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik di Kabupaten Bantul?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menginventarisasi emisi pencemar udara konvensional pada sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik di Kabupaten Bantul.
2. Mengaitkan perhitungan sebaran emisi dengan daya tampung beban emisi udara konvensional yang masih dapat diserap oleh lingkungan di Kabupaten Bantul menggunakan metode *box model*.
3. Menyusun usulan strategi untuk pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik yang diterapkan di Kabupaten Bantul.

1.5 Pembatasan Masalah

Mengingat dan menimbang permasalahan yang akan dikaji, maka diperlukan adanya pembatasan masalah agar pembahasan dapat dilakukan lebih mendalam. Adapun pembatasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Cakupan wilayah atau lokasi perencanaan ini adalah Kabupaten Bantul.
2. Parameter emisi udara konvensional yang akan diinventarisasikan adalah SO_x, NO_x, CO, dan TSP.
3. Sektor transportasi yang mencakup dalam perencanaan ini dari transportasi *on road* berupa sepeda motor, mobil, bus dan truk.
4. Sektor industri yang mencakup dalam perencanaan ini akan dianalisis berasal dari kategori industri kecil hingga besar.

5. Sektor domestik yang mencakup dalam perencanaan ini adalah pembakaran bahan bakar (LPG).
6. Data yang digunakan bersumber dari Dinas Lingkungan hidup (DLH) Kabupaten Bantul, Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian (Disnakerin) Kabupaten Bantul, Dinas Perhubungan (Dishub) Kabupaten Bantul.

1.6 Perumusan Manfaat

Penyusunan perencanaan ini diharapkan dapat membawa manfaat sebagai berikut.

1. Bagi Penulis Tugas Akhir
 - a. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait inventarisasi emisi pencemar udara konvensional sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik.
 - b. Memberikan gambaran dan teori mengenai strategi perencanaan pengendalian pencemaran udara.
2. Bagi Pemerintah Kabupaten Bantul.
 - a. Memberikan hasil inventarisasi udara konvensional pada sektor industri, transportasi dan domestik.
 - b. Sebagai bahan pertimbangan dalam pencegahan dan pengendalian pencemaran udara yang terjadi pada kegiatan sektor transportasi, sektor industri, dan sektor domestik.
3. Bagi Masyarakat Kabupaten Bantul
 - a. Sebagai upaya untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan oleh kegiatan sektor industri, transportasi, dan domestik di sekitar permukiman masyarakat.

- b. Sebagai upaya untuk mengurangi polusi udara yang dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan seperti sesak nafas yang mungkin dialami oleh masyarakat

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, A. D., & Mustakim, L. (2023). Analisis Pengujian Co-Firing Biomassa Pada Pltu Batubara Dengan Beberapa Bahan Bakar Alternatif Sebagai Upaya Bauran Energi Baru Terbarukan.
- Artiani, G. P., & Handayasari, I. (2017). *OPTIMALISASI PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN TEKNOLOGI BIODIGESTER SEBAGAI UPAYA KONSERVASI LINGKUNGAN* (Vol. 6. Issue 2).
- Aviani, N. (2024). Implementasi Perpres Nomor 55 Tahun 2019 Tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) Untuk Transportasi Jalan Di Kota Singkawang. *Jurnal Borneo Akcaya*. 10(1). 44–59.
- Badan Pusat Statistik DIY. (2024). *PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DALAM ANGKA 2024*.
- Bappenas. (2023. Desember). Data SDGs untuk Dekade Aksi 2030.
- Bastama, R.C.R., 2011. “Efek Penambahan DME pada LPG Terhadap Emisi Gas Buang Hasil Proses Pembakaran Pada Kompor”. Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Bidang Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup, D. (2014). *PEDOMAN PENENTUAN DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LINGKUNGAN HIDUP*.
- BPS Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. 2024. Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2023 dan 2024. Badan Pusat Statistik.
- BPS Kabupaten Bantul. 2023. Kabupaten Bantul Dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- BPS Kabupaten Bantul. 2024. Kabupaten Bantul Dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Buanawati, T. T., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. (2017). Estimasi Emisi Pencemar Udara Konvensional (Sox, Nox, Co, Dan Partikulat) Transportasi Umum Berdasarkan Metode International Vehicle Emission di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(3). 1–12.

- Cahyo, N., Alif, H. H., Aditya, I. A., & Saksono, H. D. (2021). Co-firing characteristics of wood pellets on pulverized coal power plant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 1098(6). 062088. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/6/062088>
- Choi, J., Henze, D.K., Nawaz, M.O., Malley, C.S. Source Attribution of Health Burdens From Ambient PM_{2.5}, O₃, and NO_x Exposure for Assessment of South Korean National Emission Control Scenarios by 2050 (2024) *GeoHealth*. 8 (8). art. no. e2024GH001042..
- Cimorelli, A. & Perry, Steven & Venkatram, Akula & Weil, Jeffrey & Paine, Robert & Wilson, Robert & Lee, Russell & Peters, Warren & Brode, Roger. (2005). AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part I: General Model Formulation and Boundary Layer Characterization. *Journal of Applied Meteorology - JAPPL METEOROL*. 44. 10.1175/JAM2227.1.
- Dinas Lingkungan Hidup. (2019). *Sumber dan Penyebab Pencemaran Udara*: Bandung.
- Febriansyah, A., Ergantara R.I., Nasoetion P. (2022). Daya Serap Co₂ Tanaman Pengisi Ruang Terbuka Hijau Privat Rumah Besar Perumahan Springhill Dan Citra Mas Di Kelurahan Kemiling Permai. Universitas Malahayati.
- Getasan, K., Semarang, K., Latief, R., Sutrisno, E., & Hadiwidodo, M. (2016). *PENGARUH JUMLAH KOTORAN SAPI TERHADAP KONSENTRASI GAS AMONIA (NH₃) DI DALAM RUMAH (Studi Kasus : Desa Dalangan Kelurahan Sumogawe*. <http://enveng.undip.ac.id>
- Iswahyudi, I., Sutikno, S., Auliq, M. A., Ariyani, S., & Sofia, D. (2024). Eksplorasi Energi Biogas di PT. Biro Teknik Sinar Baru. *Journal of Mechanical Engineering*. 1(1). 1–9. <https://doi.org/10.47134/jme.v1i1.2181>
- Jeanly et al.. (2023). Dampak Polusi Udara dari Transportasi terhadap Kesehatan di Indonesia. Policy Note. Jakarta.
- Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 41/KEP/2023 Tentang Penetapan Ruas Jalan Menurut Statusnya Sebagai Jalan Provinsi
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkota*

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2017). *Konversi Mitan ke Gas*.
www.migas.esdm.co.id

Křůmal, K., Mikuška, P., Horák, J., Hopan, F., & Krpec, K. (2019). Comparison of emissions of gaseous and particulate pollutants from the combustion of biomass and coal in modern and old-type boilers used for residential heating in the Czech Republic. Central Europe. *Chemosphere*. 229. 51–59.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.137>

Maskur, Z., Nugroho, D. A., Pembangkitan, P. T., & Bali, J. (2021). *Analisa Karakteristik Biomasa untuk Cofiring pada Pembangkit Batubara di Indonesia*.

Ministry of Energy and Mineral Resource Republic of Indonesia. (2023). *HANDBOOK OF ENERGY & ECONOMIC STATISTICS OF INDONESIA 2023*.

Miro, F. (2005). “Perencanaan Transportasi untuk Mahasiswa”. Perencana, dan Praktisi. Erlangga. Jakarta.

Naimah, Khoirun. Universitas Pertahanan Indonesia. Indonesia. Ketahanan Energi Vol. 6 No. 1 (2020): Jurnal Ketahanan Energi - Articles ANALISA BIAYA MANFAAT GREEN PETROLEUM COKE (GPC) SEBAGAI SUBSTITUSI BATUBARA PADA INDUSTRI BESI-BAJA GUNA Mendukung Ketahanan Energi Nasional (Studi di PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO). TBK).

Negara, M., & Hidup, L. (2010). *Akibat Peningkatan Sumber Pencemar Udara Oleh Kegiatan Manusia Sehingga Perlu Dilakukan Upaya Pengendalian Pencemaran Udara*;

Obada, D. O., Obi, A. I., Dauda, M., & Anafi, F. O. (2014). *Design and Construction of a Biogas Burner* (Vol. 2. Issue 2). <http://www.ptuk.edu.ps>

Ole Kenneth, N. (2019). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories. *EEA Technical Report*. 12/2019.
<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Kementrian Lingkungan Hidup: Jakarta.

- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 6 Tahun 2021 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2021-2026.
- Peraturan Daerah Kabupaten Bantul Nomor 12 Tahun 2015 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Presiden Republik Indonesia. (2017). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017: Rencana Umum Energi Nasional. *Peraturan Presiden*. 67–69.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
- Untajana. S., Oszaer. R., & Latupapua. Y. T. (2019). Analisis Kebutuhan Kawasan Hutan Kota Berdasarkan Emisi Karbon Dioksida di Kota Piru. Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 3(2). 114–126.
- Pratama. A. (2022). *Pengaruh Industrialisasi Terhadap Emisi CO2 Di Indonesia*. 6(1)
- Pribadi. A.. 2020. "Terapkan Metode Co-Firing Di PLTU. Ini Potensi Biomassa Untuk Substitusi Batubara." <https://Ebtke.Esdm.Go.Id/>.
- Rina. A., Astuti. A., Fathurrahman. I., Yani. S., & Sabara. Z. (2018). Daun Trembesi. *Journal Of Chemical Process Engineering*. 03(01). 38–42.
- Rosa. A. A., Simon. B. A., & Lieanto. K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemaran Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*. 12(1). 23–28. <https://doi.org/10.31937/sk.v12i1.1611>
- Sa'duddin dan M. Pramono Hadi. 2015. Beban Emisi Sektor Transportasi di Kota Yogyakarta. The 18th FSTPT International Symposium. Unila. Bandar Lampung. August 28. 2015.
- Saleh. A., Planetto. M. W. K., & Yulistiah. R. D. 2016. *Peningkatan persentase metana pada biogas menggunakan variasi ukuran pori membran nilon dan variasi waktu purifikasi*. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(4). 35-44.
- Sompotan. D. D., & Sinaga. J. (2022). *PENCEGAHAN PENCEMARAN LINGKUNGAN* (Vol. 1).

- Suhadi, D. R., & Febrina, A. S. (2013). Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan*. 1–153.
- Suryani, A. S. 2010. Studi Beban Emisi Pencemaran Udara Karbon Monoksida dari Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta. *Aspira*. 1(1).
- Sutrisno, A. M.; Huboyo, H. S.; Sutrisno, E. 2015. Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO_x, SOX, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat di Kota Surakarta dengan Metode Top Down dan Bottom Up (Skripsi). Departemen Teknik Lingkungan Undip, Semarang.
- Suyitno, Nizam, M., & Darmanto. (2010). Teknologi Biogas. Teknologi Biogas. (Graha Ilmu). 24. Retrieved from info@grahailmu.co.id
- S. Yana, M. Nizar, Irhamni, and D. Mulyati. (2022). “*Biomass waste as a renewable energy in developing bio-based economies in Indonesia*”.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Untajana S. Oszaer R. Latupapua Y. (2019). Analisis Kebutuhan Kawasan Hutan Kota berdasarkan Emisi Karbon Dioksida di Kota Piru, Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 3(2):114–126. doi:<https://doi.org/10.30598/jhppk.2019.3.2.114>.
- Woo, J. R., Choi, H., & Ahn, J. (2017). Well-to-wheel analysis of greenhouse gas emissions for electric vehicles based on electricity generation mix: A global perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 51(February). 340–350.