

Nomor Urut : 028 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2025

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

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

Laporan Tugas Akhir

Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional Pada Sektor Domestik, Transportasi Darat, dan Industri Di Ngaliyan, Kota Semarang



Disusun oleh:

Alifh Muhammad Adz Dziqrul Robbany 21080120140137

Annisa Diani Homaira 21080120130088

Deky Khoirul Umam 21080120120010

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

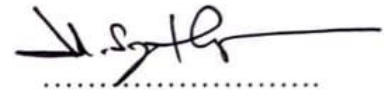
2026

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Alifh Muhammad Adz Dziqrul Robbany
NIM : 21080120140137
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional pada Sektor Domestik, Transportasi Darat, dan Industri di Ngaliyan, Kota Semarang

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.

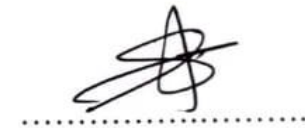
Pembimbing I:
Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197402141999031002



Pembimbing II:
Ir. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU
197803032010122001

.....

Ketua Penguji:
Dr. Eng. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016



Anggota Penguji:
Dr. Ling. Ir. Sri Sumiyati, S.T, M.Si., IPU., ASEAN Eng
197103301998022001



Semarang, 19 Juni 2026
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua

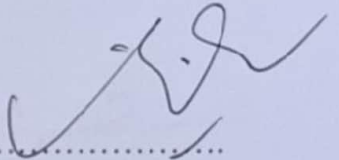
Dr. Ir. Budi Prasetyo Samadikun, S.T., M.Si., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 197805142005011001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Annisa Diani Homaira
NIM : 21080120130088
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional Pada Sektor Domestik, Transportasi Darat, dan Industri Di Ngaliyan, Kota Semarang

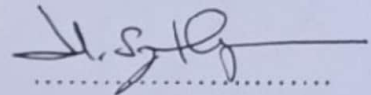
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Pembimbing I:
Ir. Titik Istirokhatun, S.T., M.Sc., Ph.D., IPU
197803032010122001



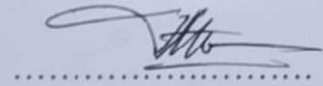
.....

Pembimbing II:
Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
197402141999031002



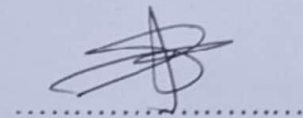
.....

Ketua Penguji:
Dr. Ling. Ir. Sri Sumiyati, S.T, M.Si., IPU., ASEAN Eng
197103301998022001



.....

Anggota Penguji:
Dr. Eng. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM
199203242019031016



.....

Semarang, 19 Juni 2026
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua



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

NIP. 197805142005011001

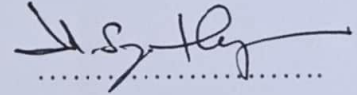
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Deky Khoirul Umam
NIM : 21080120120010
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional pada Sektor Domestik, Transportasi Darat, dan Industri di Ngaliyan, Kota Semarang

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



Pembimbing II:

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



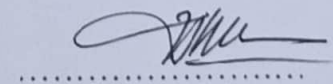
Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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

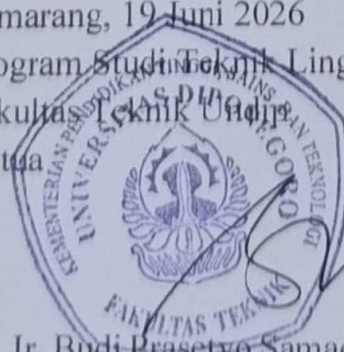


Semarang, 19 Juni 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua



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

NIP. 197805142005011001

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi di Kecamatan Ngaliyan berdampak langsung pada peningkatan pencemaran udara. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi beban emisi udara konvensional (SO_x, NO_x, dan CO) dari sektor domestik, transportasi darat, dan industri, memprediksi daya tampung lingkungan, serta merumuskan strategi prioritas untuk mereduksi beban emisi tersebut. Inventarisasi dan proyeksi emisi dilakukan untuk periode 10 tahun (2024–2034) menggunakan metode regresi proyeksi penduduk dan kendaraan. Khusus untuk sektor industri, estimasi emisi dihitung menggunakan metode *Industrial Pollutant Projection System* (IPPS). Daya tampung udara ambien dianalisis menggunakan metode *Box Model*, sementara penentuan prioritas strategi reduksi emisi dievaluasi menggunakan analisis SWOT dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban emisi di ketiga sektor mengalami tren peningkatan. Laju kenaikan rata-rata beban emisi per tahun pada sektor domestik mencapai 1,98%, sektor transportasi sebesar 9,61%, dan sektor industri sebesar 4,30%. Hasil analisis *Box Model* mengindikasikan bahwa kualitas udara ambien di Kecamatan Ngaliyan masih berada di bawah baku mutu dan mampu menampung beban emisi hingga tahun 2034. Akan tetapi, sisa daya tampung lingkungan terus mengalami penurunan setiap tahunnya seiring dengan akumulasi polutan. Berdasarkan hasil pembobotan SWOT dan QSPM, ditetapkan tiga strategi mitigasi prioritas untuk masing-masing sektor. Substitusi penggunaan LPG dengan *biogas digester* komunal pada sektor domestik mampu mereduksi emisi hingga 95,78%. Pada sektor transportasi darat, penerapan alat tabung adsorpsi arang aktif tempurung kelapa pada saluran buang kendaraan memberikan efisiensi penurunan gas CO sebesar 12,06%. Sementara itu, konversi penggunaan bahan bakar fosil (*solar*) menjadi energi *biodiesel* pada sistem *boiler* di sektor industri terbukti mampu menekan emisi hingga mencapai 62,97%.

Kata Kunci: Emisi Udara Konvensional, Daya Tampung Lingkungan, Box Model, IPPS, QSPM.

ABSTRACT

Population growth and increased economic activities in Ngaliyan District have a direct impact on increasing air pollution. This study aims to inventory the load of conventional air emissions (SO_x, NO_x, and CO) from the domestic, land transportation, and industrial sectors, predict the environmental carrying capacity, and formulate priority strategies to reduce these emission loads. The emission inventory and projection were carried out for a 10-year period (2024–2034) using regression methods for population and vehicle projections. Specifically for the industrial sector, emission estimates were calculated using the Industrial Pollutant Projection System (IPPS) method. The ambient air carrying capacity was analyzed using the Box Model method, while the determination of priority emission reduction strategies was evaluated using SWOT analysis and the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM).

The results showed that the emission loads in all three sectors experienced an upward trend. The average annual increase rate of emission loads in the domestic sector reached 1.98%, the transportation sector at 9.61%, and the industrial sector at 4.30%. The Box Model analysis indicated that the ambient air quality in Ngaliyan District is still below the quality standards and is capable of accommodating emission loads up to the year 2034. However, the remaining environmental carrying capacity continues to decrease annually along with the accumulation of pollutants. Based on the SWOT and QSPM weighting results, three priority mitigation strategies were established for each sector. Substituting the use of LPG with communal biogas digesters in the domestic sector can reduce emissions by up to 95.78%. In the land transportation sector, the application of coconut shell activated carbon adsorption tubes on vehicle exhaust systems provides a CO gas reduction efficiency of 12.06%. Meanwhile, the conversion of fossil fuel (diesel) to biodiesel energy in boiler systems in the industrial sector is proven capable of reducing emissions by up to 62.97%.

Keywords: *Conventional Air Emissions, Environmental Carrying Capacity, Box Model, IPPS, QSPM.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan isu lingkungan krusial yang timbul saat laju emisi polutan melampaui kapasitas asimilasi atmosfer. Fokus utama dalam masalah ini adalah polutan kriteria, seperti Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO₂), dan Partikulat Matter (PM_{2,5}), yang bersumber dari aktivitas antropogenik (WHO, 2022). Sumber-sumber ini dapat diklasifikasikan sebagai sumber area (domestik), sumber garis (transportasi), dan sumber titik (industri). Ketika konsentrasi polutan di udara melampaui ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, maka secara yuridis telah terjadi pencemaran yang memerlukan tindakan pengendalian.

Kondisi ini relevan dengan dinamika pembangunan di Kota Semarang, khususnya di Kecamatan Ngaliyan. Wilayah ini mengalami transformasi pesat menjadi pusat aktivitas ekonomi dan permukiman yang padat. Lokasinya yang strategis, berdekatan dengan kawasan industri dan dilintasi koridor transportasi utama, menyebabkan terjadinya konsentrasi dan tumpang tindih emisi dari tiga sektor kunci: domestik, transportasi darat, dan industri. Pertumbuhan ini, yang tercatat oleh Badan Pusat Statistik Kota Semarang 2024, menjadikan Ngaliyan sebagai lokasi studi kasus yang representatif untuk menganalisis dampak kumulatif dari urbanisasi terhadap kualitas udara.

Paparan berkelanjutan terhadap polutan udara berdampak serius terhadap kesehatan manusia dan stabilitas sosial-ekonomi. Berbagai studi epidemiologis menunjukkan korelasi kuat antara konsentrasi polutan di udara dengan peningkatan prevalensi penyakit pernapasan dan kardiovaskular, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia (Lelieveld et al., 2020). Selain itu, polusi udara juga menimbulkan biaya eksternal bagi masyarakat, seperti peningkatan beban layanan kesehatan, penurunan produktivitas kerja, dan degradasi kualitas lingkungan hidup secara umum.

Meskipun dampaknya signifikan, pendekatan pengendalian emisi yang ada seringkali bersifat parsial dan tidak terintegrasi. Kebijakan yang ada cenderung fokus pada satu sektor—misalnya industri—dan mengabaikan kontribusi gabungan dari sektor transportasi dan domestik. Hal ini menciptakan kesenjangan riset dan kebijakan, yaitu tidak adanya data kuantitatif yang komprehensif mengenai beban emisi multi-sektor pada skala lokal. Tanpa data dasar ini, perancangan strategi pengendalian menjadi tidak efektif, tidak terukur, dan tidak berbasis bukti ilmiah yang kuat.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan strategi reduksi emisi yang terintegrasi untuk tiga sektor utama di Kecamatan Ngaliyan. Langkah fundamental yang akan dilakukan adalah menyusun inventarisasi emisi, yakni sebuah proses kuantifikasi sistematis untuk menghitung total polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai sumber dalam periode waktu tertentu. Proses ini dilakukan dengan mengalikan data aktivitas (misalnya, jarak tempuh kendaraan atau jumlah bahan bakar yang digunakan) dengan faktor emisi (besaran polutan per unit aktivitas). Dengan data inventarisasi ini, kontribusi setiap sumber dapat diketahui secara akurat, sehingga hasilnya dapat menjadi peta jalan (*roadmap*) teknis dan kebijakan yang solid bagi pemerintah daerah dalam upaya mitigasi pencemaran udara.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dapat ditentukan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pertumbuhan penduduk di Ngaliyan, Kota Semarang berdampak pada peningkatan konsumsi energi rumah tangga dan mobilitas transportasi.
2. Aktivitas industri di wilayah tersebut meningkatkan emisi pencemar udara yang memengaruhi kualitas udara ambien.
3. Pengendalian pencemaran udara dari sektor domestik, transportasi darat, dan industri belum diterapkan secara optimal.
4. Kajian komprehensif mengenai pengendalian emisi udara konvensional di wilayah Ngaliyan, Kota Semarang masih terbatas.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji pada perencanaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana inventarisasi emisi udara dari sektor domestik, transportasi darat, dan industri di Ngaliyan, Kota Semarang?
2. Bagaimana daya tampung lingkungan terhadap beban emisi pencemar udara di wilayah tersebut?
3. Bagaimana strategi pengendalian emisi udara konvensional dari sektor domestik, transportasi darat, dan industri dalam jangka panjang?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, adapun tujuan dari perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan inventarisasi emisi udara dari sektor domestik, transportasi darat, dan industri di Ngaliyan, Kota Semarang.
2. Menganalisis kapasitas daya tampung lingkungan terhadap emisi pencemar udara di wilayah tersebut.
3. Merancang strategi pengendalian emisi secara efektif untuk periode jangka menengah hingga panjang.

1.5 Pembatasan Masalah

Pada pelaksanaan perencanaan ini dibutuhkan beberapa pembatasan masalah yang terdiri dari:

1. Ruang lingkup perencanaan Tugas Akhir yang dipilih adalah Ngaliyan, Kota Semarang.
2. Emisi sektor transportasi dibatasi pada transportasi darat on-road (mobil, sepeda motor, bus, truk).
3. Emisi sektor industri mencakup industri berskala sedang hingga besar.
4. Emisi sektor domestik mencakup penggunaan energi rumah tangga seperti *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), kayu bakar, dan minyak tanah.
5. Parameter polutan yang dikaji meliputi SO_x, NO_x, dan CO.

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah Ngaliyan, Kota Semarang
 - a. Memberikan data dan rekomendasi kebijakan untuk pengendalian emisi di Ngaliyan, Kota Semarang.
 - a. Menjadi pedoman dalam menyusun rencana aksi pengendalian pencemaran udara dari ketiga sektor.
2. Bagi Penulis
 - a. Memberikan gambaran terhadap implementasi teori inventarisasi emisi udara konvensional sebagai perencanaan pengendalian pencemaran udara.
 - b. Menambah ilmu dan wawasan bagi penulis dalam perencanaan pengendalian pencemaran udara.
3. Bagi Masyarakat

Memberikan referensi mengenai strategi pengendalian pencemaran udara sebagai implementasi partisipasi aktif dalam mengurangi pencemaran udara di Ngaliyan, Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, R. (2017). *Distribusi spasial konsentrasi partikulat (PM_{2.5}) dan ozon (O₃) di udara ambien serta risiko kesehatan pajanan PM_{2.5} pada masyarakat di Kawasan Industri Pulo Gadung Jakarta Timur tahun 2017* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah]. Repository UIN Syarif Hidayatullah.
<http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/36882>
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2021). *Kecamatan Ngaliyan dalam Angka 2021*. Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2022). *Kecamatan Ngaliyan dalam Angka 2022*. Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2023). *Kecamatan Ngaliyan dalam Angka 2023*. Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2024). *Kecamatan Ngaliyan dalam Angka 2024*. Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2025). *Kecamatan Ngaliyan dalam Angka 2025*. Kota Semarang.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2024). *Kota Semarang dalam Angka 2024*.
- Boschi, F. (2012). Environmental impact of particulate matter. In *Management of Atmospheric Particulate Matter*. InTech.
- Chen, T. M., Gokhale, J., Shofer, S., & Kuschner, W. G. (2007). Outdoor air pollution: Nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide health effects. *The American Journal of the Medical Sciences*, 333(4), 249–256.
- Cheung, K., Daher, N., Kam, W., Shafer, M. M., Ning, Z., Schauer, J. J., & Sioutas, C. (2011). Spatial and temporal variation of chemical composition and mass closure of ambient coarse particulate matter (PM_{10-2.5}) in the Los Angeles area. *Atmospheric Environment*, 45(15), 2651–2662.
- Emberson, L. D., Pleijel, H., Ainsworth, E. A., van der Velde, M., Schiferl, C., & Mills, G. (2018). Ozone effects on crops: An analysis of the global research literature. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 6.

- Hassan, G., & Crowther, J. M. (1998). Modelling of urban air pollution, in Jeddah, Saudi Arabia. *Environmental Modelling & Software*, 13(3-4), 315-325.
- Hesterberg, T. W., Bunn, W. B., McClellan, R. O., Hamade, A. K., Long, C. M., & Valberg, P. A. (2009). Critical review of the human data on short-term nitrogen dioxide (NO₂) exposures: evidence for NO₂-induced health effects. *Critical Reviews in Toxicology*, 39(5), 363–380.
- Kappos, A. D., Bruckmann, P., Eikmann, T., Englert, N., Heinrich, U., Hoppe, P., ... & Wichmann, H. E. (2004). Health effects of particles in ambient air. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 207(4), 399–407.
- Kartika, E., & Hidayah, I. I. (2024). *Perencanaan strategi reduksi emisi udara konvensional dari sektor industri, transportasi, dan domestik di Kabupaten Lamongan* [Tugas Akhir, Universitas Diponegoro].
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2013). *Pedoman Teknis Inventarisasi Emisi Pencemar Udara*.
- Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Pöschl, U., Fnais, M., Daiber, A., & Münzel, T. (2020). Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal*, 41(15), 1590–1596.
- Pemerintah Republik Indonesia. (1999). *Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Lembaran Negara RI Tahun 1999, No. 86.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara RI Tahun 2021, No. 32.
- Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang*. Lembaran Negara RI Tahun 2007, No. 68.
- Richmont-Bryant, J., Snyder, M., & Diaz-Robles, L. (2017). A review of sources, ambient concentrations, and health effects of nitrogen oxides (NO_x) in near-road environments. *Current Pollution Reports*, 3(2), 127–139.

- Rizkia, E. M. (2021). *Perencanaan strategi pengendalian pencemaran udara konvensional (CO, SOx, NOx, dan partikulat) dari aktivitas transportasi dan industri di Kota Ungaran, Kab. Semarang* [Tugas Akhir, Universitas Diponegoro].
- Syuura, L. H., & Azzahra, O. K. (2023). *Perencanaan strategi pengendalian pencemaran udara konvensional pada sektor transportasi dan sektor industri di Kabupaten Demak, Jawa Tengah* [Tugas Akhir, Universitas Diponegoro].
- United States Environmental Protection Agency. (2018). *Particulate matter (PM) basics*. <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
- Wilson, W. E., & Suh, H. H. (1997). Fine particles and coarse particles: concentration relationships and health effects. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 7(4), 429–448.
- Winoko, Y. A., & Wicaksono, A.G. (2021). *Aktifasi Tempurung Kelapa Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Motor Bakar*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- World Health Organization. (2022). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*.

