

Nomor Urut: 136 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2024

137 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/IX/2024

Laporan Tugas Akhir

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI UDARA
KONVENSIONAL SEKTOR TRANSPORTASI DAN
SEKTOR PERSAMPAHAN DI KOTA MALANG**



Disusun Oleh:

Esty Arian Handayani

21080121130074

Mutiara Harwidyanto

21080121140197

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

HALAMAN PENGESAHAN

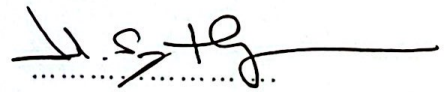
Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Esty Ariani Handayani
NIM : 21080121130074
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Gas Konvensional Sektor Transportasi dan Sektor Persampahan di Kota Malang

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



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

Dr. Ing. Ir. Sudarno, S.T., M.Sc
197401311999031003



Semarang, 09 April 2025

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

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



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Mutiara Harwidyanto
NIM : 21080121140197
Jurusan/Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Gas Konvensional Sektor Transportasi dan Sektor Persampahan di Kota Malang

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.

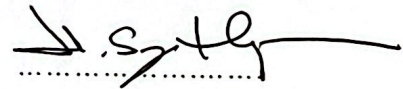
Pembimbing I:

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



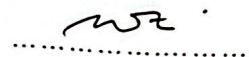
Pembimbing II:

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



Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

Dr. Ing. Ir. Sudarno, S.T., M.Sc
197401311999031003



Semarang, 09 April 2025
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip



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

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk Kota Malang yang semakin meningkat akan mempengaruhi jumlah kendaraan dan jumlah timbulan sampah. Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghitung inventarisasi emisi udara konvensional (SO_2 , NO_2 , dan $\text{PM}_{2,5}$) dari sektor transportasi dan persampahan. Hasil perhitungan tersebut akan diolah menggunakan software AERMOD untuk memprediksi disperse polutan udara konvensional, menghitung daya tampung dan melakukan perencanaan strategi reduksi emisi udara konvensional di Kota Malang. Hasil inventarisasi emisi menunjukkan terjadi peningkatan emisi udara konvensional di masing-masing sektor setiap tahunnya. Pada tahun 2023, sektor transportasi sebesar 213.04 Ton./Tahun untuk SO_2 ; NO_2 sebesar 4,699.08 Ton/Tahun ; $\text{PM}_{2,5}$ sebesar 33.62 Ton/Tahun, dan dari sektor persampahan sebesar 0.53 Ton/Tahun untuk SO_2 ; NO_2 sebesar 15.25 Ton/Tahun ; dan untuk $\text{PM}_{2,5}$ sebesar 20.09 Ton/Tahun. Hasil pemodelan AERMOD menunjukkan bahwa konsentrasi maksimum parameter NO_2 telah melampaui baku mutu udara ambien yang tercantum pada Lampiran VII Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Rencana reduksi emisi sektor transportasi diupayakan melalui penggunaan TWC untuk kendaraan baru sedangkan dari sektor persampahan dengan mengoptimalkan pengelolaan sampah dari sumber menggunakan komposter bag dan menabung di bank sampah. Berdasarkan Hasil Modeling dengan AERMOD didapat nilai parameter dari sektor transportasi dan persampahan yang melebihi baku mutu adalah NO_2 dengan kontribusi tertinggi berasal dari sektor transportasi. Setelah melakukan perhitungan daya dukung dan daya tampung udara ambien dengan parameter SO_2 , NO_2 , dan $\text{PM}_{2,5}$ pada tahun 2033 didapat daya dukung untuk sumber emisi area lebih kecil dibandingkan dengan beban emisi yang dilepaskan sumber emisi pada parameter NO_2 sehingga daya tampung untuk sumber area bernilai negatif, hal ini menunjukkan linearitas antara beban emisi yang dihasilkan di area berbanding lurus dengan pemodelan disperse AERMOD. Hasil dari perhitungan daya dukung dan daya tampung udara Kota Malang setelah strategi menunjukkan nilai positif dengan hasil daya tampung udara ambien untuk parameter NO_2 sudah tidak bernilai negatif.

Kata kunci: Inventarisasi emisi, pencemaran udara konvensional, AERMOD, transportasi, persampahan

ABSTRACT

The increasing population growth of Malang City will affect the number of vehicles and the amount of waste generated. This Final Project aims to calculate the inventory of conventional air emissions (SO_2 , NO_2 , and $PM_{2.5}$) from the transportation and waste sectors. The results of these calculations are then processed using AERMOD software to predict the dispersion of conventional air pollutants, calculate the carrying capacity, and plan strategies for reducing conventional air emissions in Malang City. The emission inventory results show an increase in conventional air emissions in each sector every year. In 2033, the transportation sector is projected to emit 213.04 tons/year for SO_2 ; 4,699.08 tons/year for NO_2 ; and 9.914,98 tons/year for $PM_{2.5}$. Meanwhile, the waste sector is projected to emit 0.53 tons/year for SO_2 ; 15.8 tons/year for NO_2 ; and 20.01 tons/year for $PM_{2.5}$. AERMOD modeling results indicate that the maximum concentration of NO_2 parameters has exceeded the ambient air quality standards listed in Annex VII of Government Regulation No. 22 of 2021. The emission reduction plan for the transportation sector involves the use of TWC for new vehicles and route diversion. Meanwhile, in the waste sector, the strategy includes promoting waste management from the source using compost bags and saving at waste banks. Based on the Modeling Results with AERMOD, the Parameter values from the transportation and waste sectors that exceed the quality standards are NO_2 with the highest contribution coming from the transportation sector. After calculating the carrying capacity and ambient air holding capacity with the SO_2 , NO_2 , and $PM_{2.5}$ parameters, in 2033 the carrying capacity for the area emission source was smaller than the emission load released by the emission source on the NO_2 parameter so that the carrying capacity for the area source was negative, this shows the linearity between the emission load produced in the area is directly proportional to the AERMOD dispersion modeling. The results of the calculation of the carrying capacity and air holding capacity of Malang City after the strategy showed a positive value with the results of the ambient air holding capacity for the NO_2 parameter no longer having a negative value.

Keywords: Emission inventory, Conventional air pollution, AERMOD, transportation, waste management

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat akan menyebabkan gerak pertumbuhan penduduk di suatu daerah perkotaan akan memicu berbagai permasalahan akan diperkeruh lagi dengan adanya urbanisasi. Berdasarkan Malau (2013), pola urbanisasi ini akan sangat meningkatkan kerentanan terhadap perubahan iklim. Dampak dari urbanisasi ini akan sangat terasa dalam kehidupan sehari-hari. Banyaknya populasi manusia sehingga muncul bangunan yang berdiri sehingga akan mengakibatkan alih fungsi lahan. Lahan yang semula untuk penghijauan lama-lama akan hilang digantikan dengan bangunan yang menjulang tinggi dan pusat industri. Hal ini akan mempengaruhi kualitas udara yang ada di kota.

Berdasarkan Badan Pusat Statistika Kota Malang 2024, Kota Malang sebagai kota terbesar kedua di Jawa Timur yang memiliki jumlah penduduk sebanyak 847.182 jiwa dengan luas wilayah 111,077 km² pada tahun 2023, memiliki kecenderungan untuk menggunakan kendaraan pribadi sebagai pilihan utama dalam melakukan kegiatan transportasi (Ekawati et al., 2013). Data Badan Pusat Statistik Kota Malang mencatat bahwa pada tahun 2019 jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang telah mencapai 602.973 unit kendaraan dengan rata-rata perkembangan sekitar 15% per tahunnya dan belum termasuk jumlah kendaraan dari luar daerah yang memasuki Kota Malang setiap hari maupun setiap hari libur (Dishub Kota Malang, 2016). Selain pada perkembangan sektor transportasi, kualitas udara terus menurun seiring dengan perkembangan sektor persampahan juga. Pertumbuhan penduduk dan mobilitas dapat menyebabkan penurunan kualitas udara ambien. Berdasarkan data IQAir pada tahun 2024, kualitas udara di Kota Malang memiliki indeks 102, yang berarti tergolong kategori "Tidak Sehat untuk Kelompok Sensitif" dengan konsentrasi PM_{2.5} 36.2 µg/m³. Angka tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} Kota Malang berada hampir mendekati baku mutu yang ditetapkan oleh Lampiran VII PP No. 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, hal ini dapat dikarenakan

Kota Malang setiap tahunnya melakukan inventarisasi emisi udara konvensional dengan menggelar Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan (EKUP) di sektor transportasi.

Sektor transportasi di Kota Malang merupakan penyumbang terbesar pencemaran udara yaitu sekitar 60-70%, 15% dari sektor industri dan sisanya dari sektor domestik. Berdasarkan BPS Kota Malang 2024, total kendaraan bermotor terdaftar di Kota Malang pada tahun 2023 berjumlah 361.496 buah kendaraan. Jika dilihat dari jenisnya, kendaraan yang masuk kategori penumpang sebanyak 78.136 kendaraan, kategori bus 765 kendaraan, kategori truk 12.268 kendaraan, dan kategori sepeda motor 270.327 kendaraan. Kendaraan berkontribusi terhadap emisi gas buang termasuk NO_2 , SO_2 , dan $\text{PM}_{2.5}$. Mobilitas penduduk Kota Malang yang meningkat menjadi penyebab penurunan kualitas udara ambien.

Pada sektor persampahan, pengelolaan sampah juga menjadi penyebab pencemaran udara. Berdasarkan SIPSN, timbulan sampah Kota Malang Kota Malang mencapai 284,095.41 ton dengan persentase sampah terkelola sebanyak 98.68%. Sampah yang tidak dapat terkelola bisa berpotensi melakukan praktik pembakaran sampah rumah tangga. Padahal, kegiatan open burning akan menghasilkan emisi gas-gas beracun dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan (US EPA, 2003 dalam Puspitarini et al., 2023). Kontribusi dari sektor persampahan terhadap polusi juga tidak dapat diabaikan.

Langkah awal dalam mengelola kualitas udara adalah melakukan inventarisasi emisi, yang bertujuan untuk mengidentifikasi sumber emisi dan menemukan solusi yang paling tepat. Inventarisasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas udara serta menilai efektivitas strategi, kebijakan, dan program peningkatan kualitas udara, yang kemudian menjadi dasar bagi perumusan kebijakan pengendalian kualitas udara (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013).

Berdasarkan permasalahan dari sektor transportasi maupun sektor persampahan tersebut, dalam Tugas Akhir ini penulis akan melakukan inventarisasi emisi dari sektor transportasi dan persampahan untuk menyediakan data dasar bagi analisis daya tampung pencemar di Kota Malang dengan fokus polutan konvensional NO_2 , SO_2 , dan $\text{PM}_{2.5}$. Hasil inventarisasi dan dispersi akan dianalisis, yang akan menghasilkan perhitungan daya tampung serta membuat perancangan strategi pengurangan emisi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditentukan identifikasi masalah yang ada dalam perencanaan ini:

1. Pencemaran udara memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya, bahkan dapat menyebabkan kematian;
2. Peningkatan kepadatan daerah menyebabkan timbulnya pencemaran udara di Kota Malang;
3. Upaya reduksi pencemaran udara dapat dilakukan dengan permodelan kualitas udara akan tetapi belum ada efektifitas dari strategi pengendalian pencemaran udara yang diterapkan di Kota Malang;

1.3 Pembatasan Masalah

Mengingat dan menimbang permasalahan yang akan dikaji, maka perlu adanya pembatasan masalah agar dapat dilakukan pembahasan yang lebih mendalam. Pada pembahasan masalah penelitian akan difokuskan pada hal-hal sebagai berikut:

1. Ruang lingkup studi dalam Tugas Akhir ini adalah sektor transportasi dan sektor persampahan Kota Malang.
2. Strategi reduksi emisi udara konvensional di Kota Malang akan disusun untuk jangka waktu 20 tahun (2024 – 2043).
3. Parameter polutan udara konvensional yang dianalisis adalah NO_2 , SO_2 , dan $\text{PM}_{2.5}$.
4. Sumber emisi yang akan diinventarisasi pada sektor transportasi adalah transportasi *on-road* berupa motor, mobil, bus dan truk dengan perhitungan menggunakan metode VKT (*Vehicle Kilometre Travelled*)
5. Sektor persampahan yang mencakup dalam perencanaan ini adalah persampahan domestik rumah tangga dan TPA.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil inventarisasi serta dispersi emisi udara konvensional dari sektor transportasi dan sektor persampahan di Kota Malang?
2. Berapa hasil perhitungan daya tampung beban pencemaran udara dengan metode permodelan AERMOD Kota Malang?
3. Bagaimana strategi reduksi pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi dan sektor persampahan di Kota Malang?

1.5 Rumusan Tujuan

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

1. Menganalisis inventarisasi serta dispersi emisi konvensional pada sektor transportasi dan sektor persampahan di Kota Malang;
2. Menghitung daya tampung emisi udara konvensional dengan metode permodelan AERMOD;
3. Menyusun strategi reduksi pengendalian pencemaran udara konvensional sektor transportasi dan sektor persampahan yang diterapkan di Kota Malang.

1.6 Rumusan Manfaat

Penyusunan perencanaan ini diharapkan dapat membawa manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Pemerintah Kota Malang
 - a) Sebagai bahan pertimbangan dalam pencegahan dan pengendalian pencemaran udara yang terjadi pada kegiatan sektor transportasi dan sektor persampahan di Kota Malang.
 - b) Membantu pemerintah daerah dalam upaya inventarisasi emisi udara konvensional sektor transportasi, dan sektor persampahan.
2. Bagi Masyarakat

Memberikan referensi mengenai strategi pengendalian pencemaran udara untuk mendorong partisipasi masyarakat dalam upaya minimasi dampak pencemaran udara.
3. Bagi Penulis Tugas Akhir

- a. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait inventarisasi emisi pencemar udara konvensional sektor transportasi dan sektor persampahan.
- b. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terhadap penggunaan software permodelan kualitas udara, dalam hal ini adalah software AERMOD.
- c. Memberikan gambaran dan teori mengenai strategi perencanaan pengendalian pencemaran udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J., & Artauli Hasibuan, F. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV (SNFUR-4), September, 1–7.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2014). *Kota Malang Dalam Angka 2014*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2015). *Kota Malang dalam Angka 2015*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2016). *Kota Malang dalam Angka 2016*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2017). *Kota Malang dalam Angka 2017*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2018). *Kota Malang dalam Angka 2018*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2019). *Kota Malang dalam Angka 2019*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2020). *Kota Malang dalam Angka 2020*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2021). *Kota Malang dalam Angka 2021*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2022). *Kota Malang dalam Angka 2022*.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2023). *Kota Malang dalam Angka 2023*.
- Bestar, N. 2012. Studi dan Kuantifikasi Emisi Pencemar Udara Akibat Pembakaran Sampah Rumah Tangga Secara Terbuka di Kota Depok. Universitas Indonesia.
- Bretschneider, B., & Kurfurst, J. (1987). Air pollution control technology. In *Air pollution control technology*. <https://doi.org/10.1201/9781420075335.ch16>
- Chakraborty, M., Bansal, S., Masiwal, R., & Amit, A. (2019). *Air-Pollution Modelling Aspects : An Overview*. CAB International. <https://doi.org/10.1079/9781786393890.0198>
- Destiasari, A., Sumiyati, S., & Istirokhatun, T. (2024). *Review Metode Kompos Aerob: Windrow, Takakura dan Composter Bag*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kota Malang. (2024). *Laporan Hasil Uji Udara Ambien*

Industri , Transportasi, dan Pemukiman 2024.

Dwangga, M. (2018). Intensitas Polusi Udara Untuk Penunjang Penataan Ruang Kota Pelaihari Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Teknik Industri*, 4(2), 69–77.

European Enviroment Agency. (2023a). Technical Guideance to Prepare National Emission Inventories : Open Burning of Waste. In *EMEP/EEA Air pullutant Emission Inventory Guide Book* (Vol. 13, Issue 1). European Union. <https://doi.org/10.2800/795737>

European Enviroment Agency. (2023b). *Technical Guideance to Prepare National Emission Inventories : Road Transport*. European Union. <https://doi.org/10.2800/795737>

Hertel, O., & Goodsite, M. E. (2010). Urban Air Pollution Climates throughout the World. In R. E. Hester & R. M. Harrison (Eds.), *Air Quality in Urban Enviroment* (Vol. 47, Issue 09). RSC Publishing. <https://doi.org/10.5860/choice.47-5022>

Inaku, A. H. R., & Novianus, C. (2020). Pengaruh Pencemaran Udara PM 2,5 dan PM 10 Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta. *ARKESMAS (Arsip Kesehatan Masyarakat)*, 5(2), 9–16. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v5i2.4990>

KEMENLHK. (2013). *Pedoman teknis penyusunan inventarisasi emisi pencemar udara di perkotaan*.

Langner, C., & Klemm, O. (2011). A comparison of model performance between AERMOD and AUSTAL2000. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 61(6), 640–646. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.61.6.640>

Malau, Waston. 2013. Dampak Urbanisasi Terhadap Permukiman Kumuh (Slum Area) di Daerah Perkotaan. *Jupiis Volume 5 Nomor 2*. UNIMED.

Peraturan Daerah Jawa Timur Nomor 1 Tahun 2009 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Provinsi Jawa Timur Tahun 2005-2045.

Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Jawa Timur Nomor 4 Tahun 2021 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 7 Tahun 2019

Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Provinsi Jawa Timur Tahun 2019-2024

Peraturan Menteri Dalam Negeri No.1 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Puspitarini, A. N., Yovanda D, Kezia A.P., Yulia C. 2023. Perencanaan Reduksi Emisi Udara Konvensional dari Sektor Transportasi, Sektor Industri, dan Sektor Persampahan di Kabupaten Batang. Universitas Diponegoro.

Rahendaputri, C. S., Maria, M., Fausia, R. N. 2020. Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (NO_x, CO, HC, PM₁₀, SO₂, CO₂) Sektor Transportasi Darat Di Lingkungan Institut Teknologi Kalimantan Berdasarkan Jam Sibuk Dengan Metode Tier 2. Institut Teknologi Kalimantan.

Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN). 2023. Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) Kota Malang.

Tiarani, V. L. 2016. Kajian Emisi Pencemar Udara (TSP, NO₂, SO₂, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta dengan Metode Tier 1 dan Tier 2. Universitas Diponegoro.

Tiyasyifa, M., Rosana, E., & Putri, E. A. (2024). *Perencanaan Strategi Reduksi Emisi Udara Konvensional dari Sektor Domestik, Transportasi, dan Persampahan Kabupaten Magelang*.

Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah.

United Nations Environment Programme. 2013. Emission Inventory Manual,

US EPA. 2003. Methodology for Estimating Emissions of CO₂ from Fossil Fuel Combustion.