

**Nomor Urut : 166 B/UN7.F3.6.8.TL/DL/X/2024
167 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/X/2024**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**STRATEGI REDUKSI EMISI UDARA
POLUTAN KONVENSIONAL (TSP, NO₂, dan SO₂) DARI
SEKTOR TRANSPORTASI DAN SEKTOR DOMESTIK
DI KABUPATEN WONOSOBO**



Disusun oleh :

Dzakiyya Camelia Djatmika	21080121140099
Shabirah Ghassani Salsabila	21080121140100

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Shabirah Ghassani Salsabila
NIM : 21080121140100
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Strategi Reduksi Emisi Udara Polutan Konvensional (TSP, NO₂, dan SO₂) dari Sektor Transportasi dan Sektor Domestik di Kabupaten Wonosobo

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., IPM., ASEAN Eng.
197402141999031002

Pembimbing II:

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

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, 22 Juli 2025
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Undip
Ketua



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Dzakiyya Camelia Djatmika
NIM : 21080121140099
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip
Judul Skripsi : Strategi Reduksi Emisi Udara Polutan Konvensional (TSP, NO₂, dan SO₂) dari Sektor Transportasi dan Sektor Domestik di Kabupaten Wonosobo

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. 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, 22 Januari 2025
Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik
Ketua



Prof. Dr. Ir. Budens Zuhman, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP. 197208302000031001

ABSTRAK

Peningkatan pencemaran udara di Kabupaten Wonosobo disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan meningkatnya aktivitas pada sektor domestik serta transportasi. Pada tahun 2024, jumlah penduduk mencapai 903.093 jiwa dengan kepadatan 917 jiwa/km². Konsumsi LPG rumah tangga tercatat sebesar 19.202 ton/tahun, sedangkan jumlah kendaraan bermotor sebanyak 349.271 unit. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasikan emisi polutan konvensional (TSP, NO₂, dan SO₂), menghitung daya tampung pencemar menggunakan metode Box Model, dan menyusun strategi reduksi emisi yang dapat diterapkan.

Inventarisasi emisi dilakukan menggunakan metode Tier 2 untuk sektor transportasi dan perhitungan berdasarkan konsumsi bahan bakar untuk sektor domestik. Hasil menunjukkan pada tahun 2025 sektor transportasi untuk parameter SO₂ sebesar 1.435 ton/tahun, NO₂ sebesar 12.539 ton/tahun, dan parameter TSP sebesar 5.894 ton/tahun. Sedangkan sektor domestik pada tahun 2025 untuk parameter SO₂ sebesar 0,190 ton/tahun, NO₂ sebesar 12,57 ton/tahun, dan parameter TSP sebesar 1,47 ton/tahun. Perhitungan Box Model menunjukkan bahwa 7 dari 13 zona telah melampaui daya tampung. Strategi prioritas reduksi adalah pemasangan katalis konverter pada kendaraan dan substitusi LPG dengan biogas dari kotoran ternak pada sektor domestik.

Kata Kunci : pencemaran udara, inventarisasi emisi, transportasi, domestik, box model

ABSTRACT

The increase in air pollution in Wonosobo Regency is caused by population growth and increased activity in the domestic and transportation sectors. In 2024, the population reached 903,093 people with a density of 917 people/km². Household LPG consumption was recorded at 19,202 tons/year, while the number of motorized vehicles was 349,271 units. This study aims to inventory conventional pollutant emissions (TSP, NO₂, and SO₂), calculate pollutant capacity using the Box Model method, and develop emission reduction strategies that can be applied.

The emission inventory was conducted using the Tier 2 method for the transportation sector and calculations based on fuel consumption for the domestic sector. The results show that in 2025 the transportation sector for the SO₂ parameter is 1,435 tons/year, NO₂ is 12,539 tons/year, and the TSP parameter is 5,894 tons/year. While the domestic sector in 2025 for the SO₂ parameter is 0.190 tons/year, NO₂ is 12.57 tons/year, and the TSP parameter is 1.47 tons/year. Box Model calculations show that 7 out of 13 zones have exceeded the capacity. Priority reduction strategies are the installation of catalytic converters in vehicles and the substitution of LPG with biogas from livestock manure in the domestic sector.

Keywords: *air pollution, emission inventory, transportation, domestic, box model*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring berkembangnya zaman, permasalahan lingkungan berkaitan pencemaran udara telah menjadi sorotan dunia. Permasalahan tersebut menjadi faktor ancaman besar bagi perubahan iklim dan kesehatan. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO), 91% tempat di dunia memiliki kualitas udara yang melebihi batas yang ditetapkan oleh WHO. Fenomena tersebut berpengaruh bagi negara maju, negara berkembang, maupun negara yang berpenghasilan rendah atau menengah (Mursinto & Kusumawardani, 2016).

Di Indonesia, peningkatan pencemaran udara dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan penduduk dan besaran wilayah. Kabupaten Wonosobo merupakan salah satu wilayah yang memiliki luas sekitar yaitu 984,68 km² dan memiliki jumlah penduduk 920.506 jiwa pada tahun 2024 dengan kepadatan penduduknya adalah 910 jiwa per km² serta laju pertumbuhan penduduk 1,24% (BPS Kabupaten Wonosobo, 2025). Kepadatan penduduk Kabupaten Wonosobo terus meningkat seiring dengan meningkatnya laju pertumbuhan penduduk. Peningkatan jumlah penduduk ini mampu mempengaruhi perkembangan pada sektor lainnya seperti sektor transportasi dan domestik,

Pencemaran udara adalah komponen udara yang rusak sehingga mengganggu keseimbangan ekologi dan berdampak negatif dalam kehidupan manusia karena tingginya emisi udara oleh aktivitas alam atau aktivitas manusia (Demir, 2015). Sektor transportasi dan sektor domestik merupakan sumber pencemar karena adanya pemakaian bahan bakar dan listrik. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2013), PM₁₀, CO, HC, NO_x, SO₂, dan O₃ merupakan hasil pembakaran bahan bakar minyak yang akan mencemari udara. Apabila kadar dari polutan-polutan melebihi baku mutu dan terjadi akumulasi maka akan menyebabkan gangguan pada lingkungan dan kesehatan manusia (Elviana dkk, 2016). Turunnya kualitas udara dapat menyebabkan perubahan iklim dan berpengaruh pada Kesehatan manusia yang dapat berisiko kematian. Pencegahan dalam meminimalisir pencemaran udara diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Parameter yang diatur mencakup Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Oksidan (O₃), Hidro Karbon (HC), PM₁₀, PM₂₅, TSP (debu), Timah Hitam (Pb), *Dustfall* (debu jatuh).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Wonosobo, jumlah kendaraan bermotor mengalami fluktuasi dari tahun 2023 ke tahun 2024, baik pada kendaraan

pribadi, umum, ataupun pemerintahan. Kendaraan bermotor mengalami kenaikan sekitar 2,34% dari tahun 2023 yaitu 344.509 menjadi 353.800 pada tahun 2024. Dengan jumlah kendaraan bermotor tersebut mengakibatkan peningkatan penggunaan BBM pada sektor transportasi.

Pada sektor domestik juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan emisi polutan udara. Salah satu sumber emisi dari sektor ini berasal dari penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan rumah tangga. Di Kabupaten Wonosobo mengalami peningkatan penggunaan gas LPG pada tahun 2024 dengan presentase 66,64%, penggunaan gas LPG Kabupaten Wonosobo pada tahun 2023 adalah sebesar 17.614 MTon dan meningkat menjadi 18.823 MTon pada tahun 2024 (BPS Provinsi Jawa Tengah, 2025). Sebagai bagian dari upaya pengumpulan data pendukung, telah dilakukan survei lapangan mengenai penggunaan LPG di Kabupaten Wonosobo. Survei tersebut dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada 100 KK yang tersebar di beberapa kecamatan, guna memperoleh gambaran umum mengenai pola konsumsi LPG dan potensi emisinya.

Pengukuran kualitas udara ambien dilakukan pada dua titik sampling di Kabupaten Wonosobo, yaitu di depan Kantor Dinas Lingkungan Hidup (DLH) dan depan Pegadaian di Jalan Ahmad Yani. Kedua lokasi ini dipilih karena mewakili kawasan dengan aktivitas lalu lintas tinggi dan berada di pusat kegiatan perkotaan. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada titik sampling di depan kantor DLH Kabupaten Wonosobo, konsentrasi parameter SO_2 didapatkan sebesar $9,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pada parameter NO_2 sebesar $18,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan parameter TSP sebesar $76,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selanjutnya hasil pengukuran yang dilakukan pada titik sampling di depan Pegadaian di Jalan Ahmad Yani Kabupaten Wonosobo, konsentrasi parameter SO_2 didapatkan sebesar $6,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pada parameter NO_2 sebesar $8,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dan parameter TSP sebesar $71,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Meskipun seluruh nilai konsentrasi polutan masih berada di bawah baku mutu udara, namun keadaan polutan tersebut tetap perlu diperhatikan karena berpotensi mengalami akumulasi di atmosfer seiring meningkatnya aktivitas masyarakat, terutama pada sektor transportasi dan sektor domestik.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan perencanaan strategi pengendalian pencemaran udara di Kabupaten Wonosobo untuk mengatasi masalah peningkatan pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan di sektor domestik dan sektor transportasi dengan metode box model serta meningkatkan kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitarnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang melatarbelakangi Tugas Akhir ini dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Meningkatnya kepadatan penduduk dan mobilitas masyarakat di Kabupaten Wonosobo yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi udara konvensional pada sektor domestik dan sektor transportasi.
2. Kabupaten Wonosobo berpotensi mengalami penurunan kualitas udara akibat pencemaran udara di sektor transportasi dan sektor domestik.
3. Strategi pengendalian pencemaran udara yang diterapkan di Kabupaten Wonosobo masih terbatas dan belum didukung oleh data inventarisasi emisi dan analisis daya tampung lingkungan.
4. Kurangnya kajian yang mendalam terkait tindakan untuk mengatasi pencemaran udara dari sektor domestik dan sektor transportasi di Kabupaten Wonosobo.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil inventarisasi emisi udara konvensional pada sektor transportasi dan sektor domestik di Kabupaten Wonosobo?
2. Bagaimana hasil perhitungan sebaran emisi dan daya tampung beban pencemar udara menggunakan metode *box model*?
3. Bagaimana strategi reduksi pengendalian pencemaran udara konvensional pada sektor transportasi dan sektor domestik?

1.4 Rumusan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat dirumuskan tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menginventarisasi emisi polutan udara konvensional pada sektor transportasi dan sektor domestik di Kabupaten Wonosobo.
2. Mengetahui hasil perhitungan sebaran emisi dan daya tampung beban pencemar udara menggunakan metode *box model*.
3. Menyusun usulan strategi untuk pengendalian pencemaran udara konvensional pada sektor transportasi dan sektor domestik yang dapat diterapkan.

1.5 Pembatasan Masalah

Mengingat dan menimbang permasalahan yang akan dikaji, maka diperlukan adanya pembatasan masalah agar pembahasan dapat dilakukan secara mendalam. Adapun pembatasan masalah dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

1. Cakupan wilayah atau lokasi perencanaan ini adalah di Kabupaten Wonosobo.
2. Parameter emisi polutan udara konvensional yang akan diinventarisasikan adalah TSP, NO₂ dan SO₂.
3. Sektor transportasi yang tercakup dalam perencanaan ini berupa sepeda motor, mobil, bus, dan truk.
4. Sektor domestik yang tercakup dalam perencanaan ini adalah konsumsi bahan bakar LPG.
5. Data yang digunakan bersumber dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Wonosobo, Dinas Perhubungan (Dishub) Kabupaten Wonosobo.

1.6 Rumusan Manfaat

Penyusunan perencanaan Tugas Akhir ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan
Perencanaan ini dapat menjadi referensi pengetahuan dan pemahaman terkait perencanaan strategi untuk mereduksi emisi polutan udara konvensional dalam suatu wilayah serta menjadi landasan yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya.
2. Bagi Pemerintah Kabupaten Wonosobo
Menyediakan inventarisasi dan strategi reduksi emisi polutan udara konvensional di sektor transportasi dan domestik sebagai bahan pertimbangan dalam upaya pencegahan dan pengendalian pencemaran udara di Kabupaten Wonosobo.
3. Bagi Masyarakat
Perencanaan ini dapat menjadi referensi bagi masyarakat yang membaca dan bertempat tinggal di Kabupaten Wonosobo agar dapat berpartisipasi dalam mengurangi pencemaran udara yang dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. D. (2017). Strategi Pengendalian Pencemaran Gas CO dari Aktivitas Transportasi di Kota Batu, Jawa Timur (Tesis Magister). Departemen Teknik Lingkungan ITS. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Indikator Kesejahteraan Rakyat Indonesia. Jakarta: Badan Pusat Statistik Republik Indonesia
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo. (2025). Kabupaten Wonosobo dalam Angka 2025. Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2023). Kabupaten Wonosobo dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. (2024). Kabupaten Wonosobo dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kabupaten Wonosobo.
- Bastama, R.C.R. (2011). “Efek Penambahan DME pada LPG Terhadap Emisi Gas Buang Hasil Proses Pembakaran Pada Kompor”. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Brimblecombe, P., Chu, M., Liu, C.-H., Fu, Y., Wei, P., & Ning, Z. (2023). Roadside NO₂/NO_x and primary NO₂ from individual vehicles. *Atmospheric Environment*, 295, 119562. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.119562>
- Demir, Abdullah. (2015). Investigation of Air Quality in the Underground and Aboveground Multi-Storey Car Parks in Terms of Exhaust Emissions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 195. Elsevier.
- Europe Environmental Agency. (2021). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook.
- Elviana, E.; Yuwono, A. S.; Chadirin Y. (2016). Analisis Beban Emisi Udara Primer di Provinsi Bangka Belitung. *J. Teknik Sipil dan Lingkungan*. Vol.1.
- Jeanly et al., (2023). Dampak Polusi Udara dari Transportasi terhadap Kesehatan di Indonesia. Policy Note, Jakarta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. (2009). Peraturan Menteri, Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 Tentang Pedoman Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah. Jakarta.

- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan.
- Made Wiratama, I. G. N., Sudarma, I. M., & Adhika, I. M. (2016). Jejak Karbon Konsumsi LPG dan Listrik pada Aktivitas Rumah Tangga Di Kota Denpasar, Bali. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 10(1), 68. <https://doi.org/10.24843/ejes.2016.v10.i01.p11>
- Mursinto, D., & Kusumawardani, D. (2016), Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 163. <https://doi.org/10.15294/kemas.v11i2.3677>
- 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>
- Oktaviani, E. (2018). Paparan *Particulate Matter* (PM 10 P dan Total Suspended Particulate (TSP) di Trotoar Beberapa Jalan Kota Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Peraturan Pemerintah No 22 Tahun (2021). Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Pemerintah Kabupaten Wonosobo. (2024). *Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah* (RPJPD) Kabupaten Wonosobo Tahun 2025-2045. Wonosobo: Pemerintah Kabupaten Wonosobo.
- Pusarpedal. (2011). Standar Operasional Prosedur (SOP) Pelaksanaan Pemantava NO₂ dan SO₂, di Udara Ambien dengan Metode Pasif. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta.
- Rangkuti, F. (2008). Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis: Reorientasi Konsep Perencanaan Strategis Untuk Menghadapi Abad 21. Gramedia Pustaka Utama.
- Sutrisno, A. M., Huboyo, H. S., & Sutrisno, E. (2016). Kajian Prediksi Beban Emisi Pencemar Udara (Tsp, NO_x, SO₂, HC, dan CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) Sektor Transportasi Darat di Kota Surakarta dengan Metode Top Down dan Bottom Up. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1-10.
- Tiarani, V. L., Sutrisno, E., & Huboyo, H. S. (2016). Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC, CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta dengan Metode Tier 1 dan Tier 2. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1).