

Nomor Urut: 035 A-1/UN7.F3.6.8.TL/DL/I/2026

036 A-1/UN7.F3.6.8.TL/DL/I/2026

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI POLUTAN PM<sub>2.5</sub> DAN  
PM<sub>10</sub> SEKTOR TRANSPORTASI BERBASIS *LOW-COST*  
*SENSOR* DENGAN PERMODELAN KUALITAS UDARA DI  
KOTA SEMARANG**



**Disusun Oleh:**

**Muhammad Is'ad Rozan / 21080122140041**

**Kurnia Fajarrani Syafa'ati / 21080122140114**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**2026**

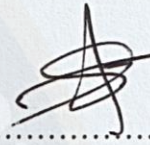
## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
 NAMA : Muhammad Is'ad Rozan  
 NIM : 21080122140041  
 Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip  
 Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Polutan PM2.5 dan PM10 Sektor Transportasi Berbasis Low-Cost Sensor dengan Permodelan Kualitas Udara di 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.Eng. Ir. Bimastyaji Surya Ramadan, S.T., M.T., IPM  
 199203242019031016



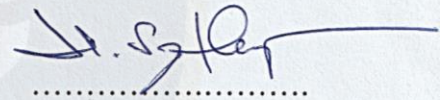
Pembimbing II:

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



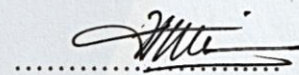
Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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



Semarang, 11 Maret 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua




Prof. Dr. Ir. Badrus Zaman, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

NIP. 197208302000031001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh :

NAMA : Kurnia Fajarrani Syafa'ati  
NIM : 21080122140114  
Jurusan/Departemen : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Undip  
Judul Skripsi : Perencanaan Strategi Reduksi Polutan PM2.5 dan PM10 Sektor Transportasi Berbasis Low-Cost Sensor dengan Permodelan Kualitas Udara di 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.**

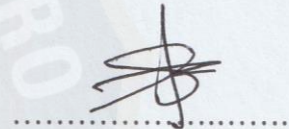
Pembimbing I:

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



Pembimbing II:

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



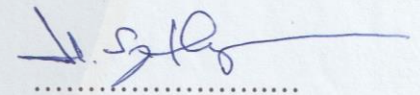
Ketua Penguji:

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



Anggota Penguji:

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

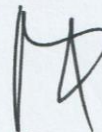


Semarang, 11 Maret 2026

Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Undip

Ketua



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

## Abstrak

Kualitas udara perkotaan menjadi isu lingkungan yang semakin penting akibat meningkatnya emisi polutan partikulat  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  yang berdampak serius terhadap kesehatan manusia. Sektor transportasi merupakan kontributor utama polutan partikulat di kota-kota besar, termasuk Kota Semarang, seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, kemacetan lalu lintas, serta keterbatasan sistem pemantauan kualitas udara yang representatif. Kondisi tersebut menyebabkan tingginya konsentrasi  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  yang berpotensi menurunkan kualitas udara ambien dan kesehatan masyarakat. Perencanaan ini bertujuan untuk menyusun strategi reduksi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  sektor transportasi di Kota Semarang berbasis pemanfaatan *low-cost sensor* dan permodelan kualitas udara. Tujuan khusus meliputi inventarisasi beban emisi  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$ , analisis serta validasi pola dispersi menggunakan *software* AERMOD, analisis daya tampung lingkungan dengan metode box model, serta perumusan strategi reduksi polutan. Pemantauan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  mengacu pada SNI 19-7119.6-2005. Hasil inventarisasi menunjukkan bahwa beban emisi  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  sektor transportasi di Kota Semarang mengalami peningkatan rata-rata sebesar 3,77% per tahun pada periode 2025–2035. Validasi model menunjukkan nilai RMSPE yang umumnya berada pada kategori akurat, meskipun terdapat beberapa ruas jalan dengan tingkat ketidakakuratan tertentu. Analisis daya tampung lingkungan menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah masih berada dalam kapasitas asimilasi, namun beberapa wilayah seperti Semarang Barat, Tugu, dan Ngaliyan mengalami kelebihan beban  $PM_{2.5}$ . Oleh karena itu, strategi reduksi menggunakan green wall dengan kombinasi tanaman *Schefflera arboricola* dan *Nephrolepis exaltata* direncanakan dan terbukti mampu menurunkan beban  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  sebesar 8,3% per tahun serta meningkatkan daya tampung lingkungan.

**Kata kunci:** transportasi,  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$ , *low-cost sensor*, reduksi.

## Abstract

*Urban air quality has become an increasingly important environmental issue due to rising emissions of  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  particulate pollutants, which have a serious impact on human health. The transport sector is a major contributor to particulate pollutants in large cities, including Semarang, due to the growth in the number of motor vehicles, traffic congestion, and the limitations of representative air quality monitoring systems. These conditions have led to high concentrations of  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$ , which have the potential to reduce ambient air quality and public health. This plan aims to develop a strategy for reducing  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  pollutants in the transportation sector in Semarang City based on the use of low-cost sensors and air quality modelling. Specific objectives include inventorying  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  emission loads, analysing and validating dispersion patterns using AERMOD software, analysing environmental carrying capacity using the box model method, and formulating a pollutant reduction strategy.  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  monitoring refers to SNI 19-7119.6-2005. The inventory results show that the  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  emission load from the transportation sector in Semarang City will increase by an average of 3.77% per year in the 2025–2035 period. Model validation shows that the RMSPE values are generally in the accurate category, although there are several road sections with a certain degree of inaccuracy. Environmental carrying capacity analysis shows that most areas are still within assimilation capacity, but some areas such as West Semarang, Tugu, and Ngaliyan experience  $PM_{2.5}$  overload. Therefore, a reduction strategy using green walls with a combination of *Schefflera arboricola* and *Nephrolepis exaltata* plants was planned and proven to be capable of reducing  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  loads by 8.3% per year and increasing environmental carrying capacity.*

**Keywords:** *transportation,  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$ , low-cost sensors, reduction.*



SEMARANG

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Kualitas udara menjadi isu krusial terutama di perkotaan dan wilayah dengan aktivitas industri dan transportasi yang padat. Salah satu komponen polutan udara yang paling mengkhawatirkan adalah partikulat (PM), khususnya PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub>. Polutan PM<sub>2.5</sub> merujuk pada partikel yang memiliki ukuran kurang dari 2.5 mikrometer, sementara PM<sub>10</sub> memiliki ukuran kurang dari 10 mikrometer. Dengan ukuran yang sangat kecil ini memungkinkan partikel-partikel ini terhirup jauh ke dalam sistem pernapasan manusia, bahkan masuk ke aliran darah dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan serius seperti pernapasan akut, penyakit, jantung, stroke, hingga kanker paru-paru (WHO, 2021). Salah satu penyumbang terbesar polutan PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> yaitu sektor transportasi.

Permasalahan polutan PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> akibat sektor transportasi sangat signifikan. Sebagai contoh transportasi jalan raya di Jabodetabek memberikan kontribusi sekitar 61% polutan PM<sub>2.5</sub>, sehingga sangat berpengaruh pada kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Secara nasional di Indonesia, sektor transportasi bertanggung jawab atas sekitar 71% sumber PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub>, menjadikannya kontributor utama polusi partikulat di udara (Fauziah dkk., 2019). Hal ini mencakup emisi dari berbagai jenis kendaraan bermotor di jalan raya. Kondisi ini diperparah dengan tingginya konsentrasi polutan tersebut di lokasi padat kendaraan, seperti *flyover* dan ruas jalan utama, yang membahayakan kesehatan lingkungan sekitar. Dengan demikian, polutan PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> dari sektor transportasi menjadi masalah serius yang memerlukan perhatian dan tindakan cepat melalui kebijakan pengendalian emisi. Khususnya kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Semarang, Medan, dan Bandung menjadi *hot spot* polusi udara akibat tingginya intensitas kendaraan bermotor (Wulandari, 2024).

Kota Semarang adalah ibu kota Provinsi Jawa Tengah yang terus berkembang. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan ekonomi, pertumbuhan Kota Semarang menjadi kawasan metropolitan pun berkembang ke wilayah *hinterland*. Sebagai ibu kota provinsi dan pusat kawasan metropolitan, Kota Semarang memiliki fasilitas pendidikan, kesehatan, perdagangan, usaha, dan

simpul transportasi yang menunjang peran Kota Semarang sebagai kota perdagangan dan kota jasa pariwisata. Namun, kebijakan transportasi di Kota Semarang masih menghadapi tantangan dalam mengendalikan emisi kendaraan bermotor. Peningkatan jumlah kendaraan tanpa diimbangi dengan regulasi dan sistem transportasi publik yang optimal menyebabkan tingginya emisi PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> di udara. Menurut BPS 2024, jumlah kendaraan bermotor di Semarang sebesar 1.985.109. Berdasarkan data penelitian DgMasese dkk 2023, sektor transportasi berkontribusi sekitar 70-80% emisi gas CO dan partikulat yang meningkat hingga hampir 12% tiap tahun (DgMasese dkk., 2023). Kondisi kemacetan juga memperburuk emisi gas buang kendaraan. Faktor lain yang turut mempengaruhi adalah kondisi lingkungan seperti suhu udara dan kecepatan angin. Suhu yang lebih tinggi dan angin kencang dapat meningkatkan penyebaran partikel polutan di udara sehingga konsentrasi debu atmosfer meningkat. Kemacetan dan volume kendaraan yang tinggi juga memperparah tingkat polusi karena kendaraan sering kali beroperasi dalam kondisi tidak efisien dan menghasilkan emisi lebih banyak (Kusuma & Sholikhah, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa sektor transportasi merupakan sumber utama polutan PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> yang harus segera ditangani untuk meningkatkan kualitas udara dan kesehatan lingkungan di Kota Semarang (Syahraeni dkk., 2024). Salah satu upaya awal yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan identifikasi sumber emisi berupa *hotspot* (titik padat) lalu lintas serta melakukan pemantauan secara *realtime*.

Pemantauan kualitas udara secara akurat dan *real-time* menjadi efektif untuk memahami sebaran polutan, mengidentifikasi sumber emisi, serta merumuskan strategi mitigasi yang efektif. Pemantauan ini dapat dilakukan dengan berbagai metode salah satunya yaitu melalui Stasiun Pemantauan Kualitas Udara Ambien (SPKUA). Stasiun pemantauan kualitas udara ambien yang dimiliki pemerintah seringkali memiliki beberapa keterbatasan yang menyebabkan data kualitas udara yang tersedia kurang representatif untuk skala lokal yang lebih kecil. Kota Semarang sendiri sudah memiliki tiga stasiun untuk mendeteksi kualitas udara. Stasiun tersebut berada di Karangturi, Mijen dan Jatingaleh. Namun saat ini di Kota Semarang hanya terdapat satu SPKUA aktif yang berada di Kecamatan

Mijen, hal ini menunjukkan bahwa keberadaan SPKUA di Kota Semarang kurang efisien dalam pemantauan kualitas udara ambien. Dalam penggunaannya, SPKUA memiliki beberapa kekurangan diantaranya tidak dapat menjangkau data skala kota karena hanya terletak di satu titik, harus dilakukan kalibrasi secara rutin dan benar supaya dapat memberikan data secara akurat, biaya investasi yang dibutuhkan tinggi. Menurut (Alamsyah dkk., 2024) *Low-Cost Sensor* menjadi alternatif alat pemantauan kualitas udara yang dapat memberikan data secara real time dengan biaya investasi yang lebih murah. *Low-Cost Sensor* adalah jenis sensor yang dirancang untuk memberikan data dengan akurasi dan fungsionalitas yang memadai, namun dengan biaya yang relatif rendah. Penggunaan sensor-sensor ini memungkinkan peningkatan jumlah titik pengukuran dengan biaya yang lebih rendah, sehingga memberikan gambaran yang lebih komperhensif tentang distribusi polutan di area perencanaan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Alamsyah dkk. (2024) ditemukan bahwa dengan kalibrasi yang baik, *low-cost sensor* dapat berfungsi secara efektif untuk memantau kualitas udara di berbagai lingkungan.

Pengelolaan kualitas udara menjadi suatu kewajiban yang perlu diperhatikan semua pihak dengan tujuan menjaga kualitas udara di daerah setempat. Konseptualisasi dan eksekusi daripada pengelolaan kualitas udara dibutuhkan dalam bentuk suatu penyusunan strategi reduksi emisi partikulat PM<sub>2.5</sub> dan PM<sub>10</sub> berbasis *Low-Cost Sensor* sebagai upaya pengendalian pencemaran udara pada sektor transportasi di Kota Semarang. Hasil yang didapatkan dari strategi yang telah disusun diharapkan dapat membantu dalam menjadi bahan pertimbangan pengambilan keputusan dan penentuan kebijakan yang lebih menitikberatkan terhadap urgensi berwawasan lingkungan terutama daalam ruang lingkup peningkatan kualitas udara ambien.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

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

1. Meningkatnya jumlah penduduk berpengaruh pada mobilitas penduduk pada sektor transportasi di Kota Semarang.

2. Meningkatnya jumlah kendaraan yang berpengaruh pada tingginya emisi partikulat  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  di Kota Semarang.
3. Terbatasnya ketersediaan Stasiun Pemantauan Kualitas Udara Ambien yang menyebabkan data tidak dapat merepresentasikan kualitas udara di wilayah Kota Semarang.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Perencanaan ini dibatasi oleh permasalahan sebagai berikut:

1. Ruang lingkup wilayah perencanaan tugas akhir yang dipilih adalah Kota Semarang dengan spesifik parameter  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$ .
2. Sumber emisi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  yang akan diinventarisasikan pada sektor transportasi adalah transportasi darat *on road* (sepeda motor, mobil, bus, dan truk).
3. Parameter polutan yang akan diinventarisasikan adalah  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$ .
4. Perencanaan strategi reduksi emisi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  disusun untuk jangka waktu 10 tahun.

### **1.4 Perumusan Masalah**

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

1. Bagaimana hasil inventarisasi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  dari sektor transportasi di Kota Semarang?
2. Bagaimana hasil pemantauan *low-cost sensor* dapat divalidasi dengan *software* AERMOD?
3. Bagaimana daya tampung beban polutan yang dapat diserap oleh lingkungan di Kota Semarang menggunakan metode *box model*?
4. Bagaimana rencana strategi reduksi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  pada sektor transportasi di Kota Semarang?

### **1.5 Tujuan**

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

1. Menginventarisasi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  dari sektor transportasi di Kota Semarang.

2. Menganalisis validitas pola dispersi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  akibat sektor transportasi dengan *software aermod*.
3. Menganalisis daya tampung beban polutan yang akan diserap oleh lingkungan di Kota Semarang menggunakan metode *box model*.
4. Menyusun rencana strategi reduksi polutan  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  pada sektor transportasi di Kota Semarang.

## 1.6 Manfaat

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

1. Bagi Pemerintah Kota Semarang
  - a. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan dalam penentuan kebijakan pengendalian pencemaran udara emisi partikulat  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  pada sektor transportasi bagi pemerintah Kota Semarang.
  - b. Sebagai pedoman dalam pelaksanaan penyusunan perencanaan pengendalian pencemaran udara emisi partikulat  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  pada sektor transportasi bagi pemerintah Kota Semarang.
2. Bagi Peneliti
  - a. Memberikan gambaran terhadap implementasi teori inventarisasi emisi partikulat  $PM_{2.5}$  dan  $PM_{10}$  sebagai perencanaan pengendalian pencemaran udara.
  - b. Menambah ilmu dan wawasan bagi peneliti dalam perencanaan pengendalian pencemaran udara.
3. Bagi Masyarakat

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

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ab Manan, N., Aizuddin, A. N., & Hod, R. (2018). Effect of air pollution and hospital admission: A systematic review. *Annals of Global Health*, 84(4), 670–678. <https://doi.org/10.29024/aogh.2376>
- Abdullah, M. H., Idris, M., Ali, B., & Kong, N. S. (2016). ANALYSIS FOR WIND CHARACTERISTICS IN TELUK KALUNG, KEMAMAN, TERENGGANU. *International Journal of Science, Environment*, 5(6), 3827–3833. [www.ijset.net](http://www.ijset.net)
- Ahmad, M., Panyametheekul, S., Thaveevong, P., Ngamsritrakul, T., Tassaneeritthep, B., Supasri, T., & Bennett, C. (2025). Long-term monitoring of PM2.5 and PM10: Implications for air quality and public health in urban Bangkok, Thailand. *Environmental Challenges*, 21(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101312>
- Alamsyah, M., Darsana, M. P., Amalia, D., Komalasari, Y., & Fazal, M. R. (2024). 321 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Monitoring Real-Time PM2.5. *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya*, 9(4), 320–342.
- Alexander, H., Nengsih, S., Guspari, O., Teknik, J., Politeknik, S., Padang, N., Limau, K., & Padang, M. (2019). Kajian Keselamatan dan Kesehatan Kerja ( K3 ) Konstruksi Balok Pada Konstruksi Bangunan Gedung Occupational Safety and Health (OSH) Study Beam Construction in Building Construction. *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, 15(1).
- Almethen, O. M., & Aldaithan, Z. S. (2017). The State of Atmosphere Stability and Instability Effects on Air Quality. *The International Journal of Engineering and Science*, 06(04), 74–79. <https://doi.org/10.9790/1813-0604017479>
- Ameiliawati, R. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control) di Area Plant-Warehouse. *Media Gizi Kesmas*, 11(1), 238–245.
- Aprilia, A., Juita Anggraini, F., & Yasdi. (2025). Analisis Sebaran Emisi SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> dari Cerobong Boiler Industri Pengolahan Kelapa Sawit dengan Model AERMOD di PT Perkebunan Nusantara VI Unit Usaha Pinang Tinggi,

- Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 17(1), 73–87.
- Arta Uli Sitompul, P., Sujaini, H., Ratiandi Yacoub, R., Ananda, N., Klimatologi Kalimantan Barat Jl Raya Sei Nipah km, S., Barat, K., Teknik Elektro, J., Teknik, F., Tanjungpura, U., Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah, B. I., & Selatan, T. (2024). PENERAPAN MODEL LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) UNTUK PREDIKSI KUALITAS UDARA DAN ANALISIS KORELASI TERHADAP UNSUR CUACA DI JONGKAT KABUPATEN MEMPAWAH. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 25(1), 33–42.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2025). *BADAN PUSAT STATISTIK KOTA SEMARANG DALAM ANGKA 2025* (BPS KOTA SEMARANG, Ed.; Vol. 52). BPS KOTA SEMARANG.
- Badaruddin, Kadir, H. S., & Nisa, K. (2021). *HIDROLOGI HUTAN* (H. Fajeriadi, Ed.; 1 ed.). CV. BATANG.
- Buanawati, T. T., Huboyo, S., & Samadikun, B. P. (2017). ESTIMASI EMISI PENCEMAR UDARA KONVENSIONAL (SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, dan PM) KENDARAAN PRIBADI BERDASARKAN METODE INTERNATIONAL VEHICLE EMISSION (IVE) DI BEBERAPA RUAS JALAN KOTA SEMARANG. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–12. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Cui, H., Ma, R., & Gao, F. (2018). Relationship between meteorological factors and diffusion of atmospheric pollutants. *Chemical Engineering Transactions*, 71, 1417–4122. <https://doi.org/10.3303/CET1871237>
- DgMasese, M., Fikruddin, M., Akrim, D., Zulfikar Syaiful, A., & Anggraini, N. (2023). Analisis Konsentrasi Polutan PM2.5 dan PM10 Kendaraan Bermotor pada Fly Over Ruas Jalan Urip Sumoharjo, Kota Makassar Analysis of PM2.5 and PM10 Pollutant Concentrations of Motorized on Fly Over Road Urip Sumoharjo, Makassar City. *JEBE: Journal of Environment Behavior nad Engineering*, 1(2), 1–8.
- Domínguez-Bolaño, T., Campos, O., Barral, V., Escudero, C. J., & García-Naya, J. A. (2022). An overview of IoT architectures, technologies, and existing

- open-source projects. *Internet of Things (Netherlands)*, 20, 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100626>
- Environmental Protection Agency. (2025, Mei 29). *General Conformity Training Module 3.2: Emissions Calculations*. [https://www.epa.gov/general-conformity/general-conformity-training-module-32-emissions-calculations?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.epa.gov/general-conformity/general-conformity-training-module-32-emissions-calculations?utm_source=chatgpt.com). <https://epa.gov/general-conformity/general-conformity-training-module-35->
- Fauziah, D. A., Rahardjo, M., Astorina, N., Dewanti, Y., Kesehatan, B., Fakultas, L., & Masyarakat, K. (2019). ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN UDARA DI TERMINAL KOTA SEMARANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), 2356–3346. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Fitz, D. R., & Bumiller, K. (2021). Characterization of pm10 emission rates from roadways in a metropolitan area using the scamper mobile monitoring approach. *Atmosphere*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/atmos12101332>
- Huan, Y., Abd Ghafar, A., Ghazalli, A. J., & Mohd Fauzi, A. (2025). Impact of Vertical Greening Systems on Particulate Matter in China: A Review. *ALAM CIPTA International Journal Of Sustainable Tropical Design & Practice*, 18(S2). <https://doi.org/10.47836/ac.18.s2.paper09>
- Ihsan, T., Hamidi, S. A., & Putri, F. A. (2020). Penilaian Risiko dengan Metode HIRADC Pada Pekerjaan Konstruksi Gedung Kebudayaan Sumatera Barat. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i2.67>
- Iriani, L., & Pribadi, D. A. (2023). Analisis Sebaran Konsentrasi PM 2,5 Menggunakan Model AERMOD di Jalur Protokol Kota Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(3), 213–222. <https://doi.org/10.29244/jsil.8.3.213-222>
- Johnson, A. C. B., Reed, K. F., & Kebreab, E. (2016). Short communication: Evaluation of nitrogen excretion equations from cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(9), 7669–7678. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10730>
- Joshi, D. C., Negi, P., Devi, S., Lohani, H., Kumar, R., Gupta, M., & Ming, L. C. (2025). Fine particulate matter (PM2.5, PM10): A silent catalyst for chronic lung diseases in India; a comprehensive review. *Environmental Challenges*, 20, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101215>

- Katoch, A., & Kulshrestha, U. C. (2022). Assessment of Indoor Air Pollution through Fine Particle Capturing Potential and Accumulation on Plant Foliage in Delhi, India. *Aerosol and Air Quality Research*, 22(9), 1–17. <https://doi.org/10.4209/aaqr.220014>
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). *PEDOMAN TEKNIK PENYUSUNAN INVENTARISASI EMISI PENCEMAR UDARA DI PERKOTAAN* (M. R. Karliansyah, Sulistyowati, D. S. Suhadi, & A. S Febrina, Ed.). Kementerian Lingkungan Hidup.
- Khandokar, A., Mofarrah, A., Husain, T., Khandokar, A. ;, Mofarrah, A. ;, & Tahir, H. (2010a). *AMComparison of Upper Air Mixing Height Estimation Methods for Urban Air Pollution Modeling* (Vol. 12). <https://scholarsarchive.byu.edu/iemssconferencehttps://scholarsarchive.byu.edu/iemssconference/2010/all/607>
- Khandokar, A., Mofarrah, A., Husain, T., Khandokar, A. ;, Mofarrah, A. ;, & Tahir, H. (2010b). *AMComparison of Upper Air Mixing Height Estimation Methods for Urban Air Pollution Modeling* (Vol. 12). <https://scholarsarchive.byu.edu/iemssconferencehttps://scholarsarchive.byu.edu/iemssconference/2010/all/607>
- Kim, B. Y., Jee, J. B., Zo, I. S., & Lee, K. T. (2016). Cloud cover retrieved from skyviewer: A validation with human observations. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 52(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s13143-015-0083-4>
- Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Di Sabatino, S., Bell, M., Norford, L., & Britter, R. (2015). The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. Dalam *Environment International* (Vol. 75, hlm. 199–205). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.019>
- Kumar, S., Sharma, S., Sharma, P., & Agarwal, S. (2024a). Inverse modelling approach to assess air pollutant emission trends, and source contributions in highly polluted cities. *Discover Atmosphere*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44292-024-00012-8>

- Kumar, S., Sharma, S., Sharma, P., & Agarwal, S. (2024b). Inverse modelling approach to assess air pollutant emission trends, and source contributions in highly polluted cities. *Discover Atmosphere*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44292-024-00012-8>
- Kusuma, M., & Sholikhah, M. (2024). Pemodelan Polusi Udara Akibat Pengalihan Lalu Lintas Dari Pembangunan Fly Over Aloha Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 923–932. <https://doi.org/10.14710/jil.22.4.923-932>
- Kwak, H. Y., Ko, J., Lee, S., & Joh, C. H. (2017). Identifying the correlation between rainfall, traffic flow performance and air pollution concentration in Seoul using a path analysis. *Transportation Research Procedia*, 25, 3552–3563. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.288>
- Millah, H. R., Sudiadnyana, I. W., Aryana, I. K., & Sali, I. W. (2022). HUBUNGAN FAKTOR METEOROLOGIS DAN KEPADATAN LALU LINTAS DENGAN KUALITAS UDARA DI KOTA TABANAN. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(2), 93–98.
- Ministry for the Environment. (2004). *Good practice guide for atmospheric dispersion modelling*. Ministry for the Environment.
- Monoarfa, V., Nur, R., & Miolo, B. (2022). Mopolayio : Jurnal Pengabdian Ekonomi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu. *Mopolayio : Jurnal Pengabdian Ekonomi*, 02(01), 1–6.
- Morawska, L., Thai, P. K., Liu, X., Asumadu-Sakyi, A., Ayoko, G., Bartonova, A., Bedini, A., Chai, F., Christensen, B., Dunbabin, M., Gao, J., Hagler, G. S. W., Jayaratne, R., Kumar, P., Lau, A. K. H., Louie, P. K. K., Mazaheri, M., Ning, Z., Motta, N., ... Williams, R. (2018). Applications of low-cost sensing technologies for air quality monitoring and exposure assessment: How far have they gone? Dalam *Environment International* (Vol. 116, hlm. 286–299). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.018>
- Mulyani, T., & Ainingsih, S. N. (2024). ANALISA PEMANTAUAN KUALITAS UDARA AMBIEN (PM2,5 PM10 DAN TSP) DI PT SUCOFINDO KOTA BANDUNG. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 7(2), 100–108. <https://doi.org/10.47080/jls.v7i2.3671>

- Munir, S., Mayfield, M., Coca, D., Mihaylova, L. S., & Osammor, O. (2020). Analysis of air pollution in urban areas with airviro dispersion model-A case study in the city of Sheffield, United Kingdom. *Atmosphere*, *11*(3). <https://doi.org/10.3390/atmos11030285>
- Mustamin, T., Rahim, R., Mulyadi, R., Jamala, N., & Kusno, A. (2017). Analisis Fluktuasi Temperatur Udara dalam Ruang pada Ruang Seminar Laboratorium Sains dan Bangunan Kampus Gowa. *Temu Ilmiah Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia* *6*, H041–H044. <https://doi.org/10.32315/ti.6.h041>
- Mutamirah, S., & Sunu, B. (2019). KEMAMPUAN ALAT PENYARING UDARA DENGAN MEDIA PELEPAH PISANG DAN ZEOLITE UNTUK MENURUNKAN KADAR KARBON MONOKSIDA (CO) DI UDARA. *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, *19*(1), 137–143.
- Napitupulu, C., Rahima, E., & Rahmi, W. (2023). HIGH VOLUMETRIC AIR SAMPLER (HVAS). *Jurnal Teknik dan Manajemen Lingkungan*, *1*(1), 1–9. <https://www.researchgate.net/publication/385316303>
- Permatasari, L. J., Eviane, D., Iswanto, N., & Dyah N L, A. (2025). Pemodelan Dispersi NO<sub>2</sub> dari Aktivitas Transportasi Menggunakan Software AERMOD di Kaw asan Kotagede Modelling of NO<sub>2</sub> Dispersion from Transportation Activities Using AERMOD Software in Kotagede Area. *Environmental Insight Journal*, *1*(2), 64–78.
- Prasetyo, T. F., Gani, A., & Mufid, Z. (2025). Pengaruh Suhu, Kelembapan dan Angin terhadap Polusi Udara: Studi Kasus Dataset Air Quality. *Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, *6*(1), 43–51. <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/insantek>
- Radityazty Dahayu Nurhayati, & Yayok Suryo Purnomo. (2023). Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRADC pada Industri Pengolahan Makanan Laut di Jawa Timur. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, *2*(3), 450–461. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.1883>
- Rood, A. S. (2014). Performance evaluation of AERMOD, CALPUFF, and legacy air dispersion models using the Winter Validation Tracer Study dataset.

- Atmospheric Environment*, 89, 707–720.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.02.054>
- Santi Seran, S., Baki Henong, S., Edvict Semiun, O., Pattiraja, A. H., Teknik Sipil, P., & Katolik Widya Mandira, U. (2022). Analisis Pencemaran Udara di Simpangan Bersinyal menggunakan Box Model (Studi Kasus Simpang Bersinyal Jl. Frans Seda). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 9295–9305.
- Sensirion. (2020). Sensor Specification Statement How to Understand Specifications of Sensirion Particulate Matter Sensors. [www.sensirion.com](http://www.sensirion.com)
- Sasmita, A., Andrio, D., & Hasibuan, P. (2019). PEMETAAN SEBARAN PARTIKULAT DARI PEMBAKARAN LIMBAH PADAT INDUSTRI PENGOLAHAN SAWIT, DI KABUPATEN KAMPAR, RIAU. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(18), 57–67.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016a). *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS* (3 ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016b). *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS* (3 ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Sembiring, E. T. J. (2020). RISIKO KESEHATAN PAJANAN PM2,5 DI UDARA AMBIEN PADA PEDAGANG KAKI LIMA DI BAWAH FLYOVER PASAR PAGI ASEMKA JAKARTA. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 101–120.
- Sharma, R., & Singh, D. (2018). A Review of Wind Power and Wind Speed Forecasting. *Rahul Sharma Journal of Engineering Research and Application* [www.ijera.com](http://www.ijera.com), 8, 1–9. <https://doi.org/10.9790/9622-0807030109>
- Sensirion. (2018). Datasheet SPS30 Particulate Matter Sensor for Air Quality Monitoring and Control. [www.sensirion.com](http://www.sensirion.com)
- Syahputri, J., Suarga, E. B., Rahman, I., Zahari, T. N., & Ramdani, D. A. (2023). DAMPAK POLUSI UDARA DARI TRANSPORTASI TERHADAP KESEHATAN DI INDONESIA.
- Syahraeni, N., Nasrullah, N., & Hermawan, R. (2024). Peran Jalur Hijau Jalan dalam Mereduksi PM10 di Jalan Tol Bertingkat Role of Roadside Green Belt

- in Reducing PM10 on Multilevel Toll Road. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 25(2), 308–315.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *User's Guide for the AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD)* (008 ed.). Office of Air Quality Planning and Standards.
- Wangintan, R., & Sofyan, A. (2019). ANALISIS KUALITAS UDARA AMBIEN DAN PENETUAN LOKASI STASIUN PEMANTAUAN KUALITAS UDARA (SPKU) DKI JAKARTA. *Jurnal Teknologi*, 8(1), 31–35.
- Wangsa, D., Bachtiar, V. S., & Raharjo, S. (2022). Uji Model Aeromod Terhadap Sebaran Particulate Matter 10  $\mu\text{m}$  (PM10) di Sekitar Kawasan PT Semen Padang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 291–301. <https://doi.org/10.14710/jil.20.2.291-301>
- Wellid, I., Simbolon, L. M., Falahuddin, M. A., Nurfitriani, N., Sumeru, K., Bin Sukri, M. F., & Yuningsih, N. (2024). Evaluasi Polusi Udara PM2.5 dan PM10 di Kota Bandung serta Kaitannya dengan Infeksi Saluran Pernafasan Akut. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(2), 128–136. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.2.128-136>
- WHO European Centre for Environment and Health. (2021). *WHO global air quality guidelines (Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide)* (1 ed.). World Health Organization.
- William Franek, A., & Lou DeRose, P. (2003). *Principles and Practices of Air Pollution Control Student Manual APTI Course 452 Second Edition* (2 ed.). United States Environmental Protection Agency.
- Wulandari, S. S. (2024). Dampak Sosial Lingkungan Penurunan Jasa Ekosistem di Kota Semarang. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 20(3), 354–367. <https://doi.org/10.14710/pwk.v20i3.56291>