

Analisis dampak pencemaran udara perkotaan dan strategi pengendalian yang efektif

Nirmawala Masna Dermayanti

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: 250902110019@student.uin-malang.ac.id

Kata Kunci:

Pencemaran udara, perkotaan, kualitas udara, pengendalian, lingkungan.

Keywords:

Air pollution, urban areas, air quality, control strategies, environment.

ABSTRAK

Pencemaran udara di kawasan perkotaan merupakan permasalahan lingkungan yang semakin meningkat seiring berkembangnya aktivitas transportasi, industri, dan pertumbuhan penduduk. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat, kondisi lingkungan perkotaan, serta aspek sosial dan ekonomi, sekaligus menganalisis strategi pengendalian yang efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan menelaah berbagai jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa polutan udara seperti PM_{2.5}, CO, NO₂, dan SO₂ dapat menimbulkan gangguan kesehatan, terutama pada sistem pernapasan dan kardiovaskular. Selain berdampak pada kesehatan, pencemaran udara juga menyebabkan peningkatan suhu lingkungan, kerusakan ekosistem, meningkatnya pengeluaran di bidang kesehatan, serta penurunan produktivitas masyarakat. Upaya pengendalian dapat dilakukan melalui penerapan kebijakan emisi yang lebih ketat, pengembangan transportasi ramah lingkungan, perluasan ruang terbuka hijau, serta pemanfaatan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) dan machine learning dalam pemantauan kualitas udara secara real-time. Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara pemerintah, masyarakat, dan berbagai pihak terkait untuk mewujudkan lingkungan perkotaan yang sehat dan berkelanjutan.

ABSTRACT

Air pollution in urban areas has become an increasingly serious environmental problem due to the rapid growth of transportation, industrial activities, and population density. This study aims to examine the impacts of air pollution on public health, urban environmental conditions, as well as social and economic aspects, while also analyzing effective control strategies. The method used in this research is a literature review by examining various relevant scientific journals and previous studies. The results indicate that air pollutants such as PM_{2.5}, CO, NO₂, and SO₂ can cause serious health problems, particularly respiratory and cardiovascular diseases. In addition to affecting human health, air pollution also contributes to rising urban temperatures, ecosystem degradation, increased healthcare costs, and reduced community productivity. Air pollution control efforts can be implemented through stricter emission policies, the development of environmentally friendly transportation, expansion of green open spaces, and the utilization of Internet of Things (IoT) and machine learning technologies for real-time air quality monitoring. Therefore, collaboration among the government, society, and related stakeholders is essential to create a healthy and sustainable urban environment.

Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan salah satu permasalahan lingkungan utama di kawasan perkotaan yang disebabkan oleh meningkatnya aktivitas manusia.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Industrialisasi dan peningkatan kendaraan bermotor adalah penyebab utama peningkatan emisi polutan udara. Menurut (Anggraini et al., 2022) "kualitas udara di wilayah perkotaan sangat dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas dan aktivitas antropogenik yang tinggi". Selain itu, peningkatan jumlah penduduk di wilayah perkotaan juga memperbesar kebutuhan energi dan transportasi. Akibatnya, pencemaran udara menjadi masalah lingkungan yang memerlukan perhatian serius.

Polutan udara seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), serta partikulat halus (PM_{2.5}) merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas udara di wilayah perkotaan. Partikulat PM_{2.5} memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga mampu melewati sistem pernapasan hingga masuk ke dalam aliran darah manusia. Menurut (Gulia et al., 2015) menyatakan bahwa "pencemaran udara di kawasan perkotaan telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang". Paparan polutan udara dalam jangka panjang dapat memicu berbagai gangguan kesehatan, termasuk penyakit pernapasan dan kardiovaskular. Oleh sebab itu, pencemaran udara memberikan dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia maupun kualitas lingkungan.

Perkembangan teknologi baru memberikan peluang dalam pemantauan dan pengendalian kualitas udara yang lebih efisien. Menurut (Hanggara et al., 2024) menyatakan bahwa "penggunaan teknologi IoT memungkinkan pemantauan kualitas udara secara kontinu dan akurat di wilayah perkotaan". Selain itu, metode pengajaran mesin seperti CatBoost memiliki kemampuan untuk memprediksi kondisi kualitas udara dengan tingkat akurasi yang tinggi (Arif et al., 2025). Teknologi ini memungkinkan pengambilan keputusan pencemaran udara yang lebih cepat dan tepat, sehingga menjadi salah satu strategi penting dalam pengendalian pencemaran udara di perkotaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak pencemaran udara di wilayah perkotaan serta merumuskan strategi pengendalian yang efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah studi literatur dengan mengkaji berbagai jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu yang relevan. Menurut (Kumar et al., 2026) menyatakan bahwa "pengelolaan dan pemantauan pencemaran udara memerlukan pendekatan terpadu yang melibatkan teknologi dan kebijakan". Melalui kajian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pengendalian pencemaran udara secara berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini memiliki peran penting dalam mendukung terciptanya lingkungan perkotaan yang sehat dan berkelanjutan.

Pembahasan

Pencemaran udara di wilayah perkotaan merupakan permasalahan lingkungan yang kompleks akibat tingginya aktivitas manusia, seperti transportasi, industri, dan pertumbuhan penduduk yang pesat. Aktivitas tersebut menyebabkan meningkatnya emisi polutan di atmosfer yang berdampak luas terhadap kesehatan manusia, kondisi lingkungan, serta aspek sosial dan ekonomi. Menurut (Anggraini et al., 2022) menyatakan bahwa "aktivitas kendaraan bermotor menjadi salah satu faktor utama

yang menurunkan kualitas udara di kawasan urban”. Selain itu (Gulia et al., 2015) menegaskan bahwa “pencemaran udara telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat, terutama di negara berkembang”. Pengelolaan kualitas udara memerlukan pendekatan terpadu yang melibatkan kebijakan dan teknologi agar dapat dilakukan secara efektif. Oleh karena itu, pembahasan ini akan menguraikan secara rinci mengenai dampak pencemaran udara perkotaan serta strategi pengendaliannya.

Dampak Terhadap Kesehatan Masyarakat

Pencemaran udara memberikan pengaruh langsung terhadap kesehatan manusia, terutama pada sistem pernapasan dan kardiovaskular. Partikulat halus seperti PM_{2.5} dapat masuk ke paru-paru dan masuk ke aliran darah, yang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Polutan udara jangka panjang dapat menyebabkan penyakit seperti asma, bronkitis, dan gangguan jantung (Gulia et al., 2015). Oleh karena itu, kualitas udara yang buruk menjadi faktor utama meningkatnya risiko penyakit pada masyarakat perkotaan. Dampak terhadap kesehatan tersebut tidak hanya dirasakan secara individu, tetapi pemicu permasalahan yang lebih luas pada lingkungan tempat tinggal. Kondisi udara yang tercemar dapat memperburuk kualitas lingkungan secara keseluruhan, sehingga memengaruhi kenyamanan dan keberlanjutan ekosistem perkotaan.

Dampak Terhadap Lingkungan Perkotaan

Pencemaran udara memberi dampak nyata terhadap kondisi lingkungan perkotaan, terutama dalam peningkatan suhu udara serta perubahan karakteristik iklim mikro. Aktivitas transportasi dan industri menghasilkan emisi yang berkontribusi terhadap terbentuknya fenomena *urban heat island*. Peningkatan jumlah kendaraan memiliki hubungan erat dengan kenaikan suhu lingkungan di kawasan perkotaan (Hanggara et al., 2024). Oleh sebab itu, kondisi lingkungan menjadi lebih panas dan menurunkan tingkat kenyamanan masyarakat. Selain itu, pencemaran udara juga berdampak pada kerusakan vegetasi serta menurunkan kualitas ekosistem di wilayah perkotaan.

Perubahan kondisi lingkungan tersebut tidak hanya berdampak pada aspek fisik, tetapi memengaruhi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Lingkungan yang tercemar dapat menurunkan kualitas hidup serta meningkatkan beban ekonomi akibat meningkatnya kebutuhan kesehatan dan penanganan lingkungan. Dampak ini menunjukkan bahwa pencemaran udara memiliki pengaruh yang luas dan saling berkaitan antar berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran udara menjadi langkah penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat.

Dampak Terhadap Sosial Dan Ekonomi

Pencemaran udara tidak hanya berdampak pada lingkungan dan kesehatan, tetapi memberikan pengaruh besar terhadap kondisi sosial dan ekonomi masyarakat. Jumlah kasus penyakit yang disebabkan oleh polusi udara telah meningkatkan biaya kesehatan yang harus ditanggung oleh individu dan pemerintah. Sebagaimana dinyatakan oleh (Gulia et al., 2015), kualitas udara yang buruk dapat menimbulkan beban ekonomi yang

signifikan bagi masyarakat. Selain itu, gangguan kesehatan yang dialami masyarakat dapat menurunkan produktivitas kerja, sehingga berdampak pada kinerja ekonomi secara keseluruhan. Kondisi ini dapat menghambat pertumbuhan ekonomi di wilayah perkotaan.

Di sisi lain, kualitas udara yang rendah juga mempengaruhi tingkat kenyamanan hidup masyarakat serta daya tarik suatu wilayah sebagai tempat tinggal maupun investasi. Penurunan kualitas udara berpengaruh terhadap aktivitas dan kenyamanan masyarakat di kawasan urban (Anggraini et al., 2022). Lingkungan tercemar cenderung menurunkan kualitas hidup dan minat investasi di suatu tempat. Oleh karena itu, pencemaran udara tidak hanya menjadi isu lingkungan, tetapi juga menjadi tantangan dalam pembangunan sosial dan ekonomi yang berkelanjutan. Dengan demikian, diperlukan langkah-langkah strategis dalam pengendalian pencemaran udara guna meminimalkan dampak yang ditimbulkan dan mendukung pembangunan perkotaan yang lebih berkelanjutan.

Penguatan Kebijakan dan Regulasi

Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan melalui penerapan kebijakan dan regulasi ketat terhadap sumber emisi, baik dari sektor transportasi maupun industri. Pemerintah harus menetapkan peraturan emisi yang jelas dan melakukan pengawasan rutin untuk memastikan kepatuhan terhadap undang-undang yang berlaku. Menurut (Gulia et al., 2015), menyatakan bahwa "pengendalian kualitas udara yang efektif membutuhkan kebijakan pengendalian emisi yang ketat". Selain itu, penerapan kebijakan seperti uji emisi kendaraan dan pembatasan kendaraan bermotor dapat membantu menekan tingkat polusi udara. Dengan demikian, dasar pengendalian pencemaran udara adalah kebijakan yang jelas dan konsisten. Pengawasan dan penegakan hukum juga memiliki peran krusial dalam pelaksanaan regulasi lingkungan. Tanpa adanya pengawasan yang memadai, kebijakan yang telah dirumuskan berpotensi tidak berjalan secara efektif. Sistem pemantauan kualitas udara merupakan komponen penting dalam mendukung implementasi regulasi lingkungan (Kumar et al., 2026). Penegakan hukum yang tegas terhadap pelanggaran emisi menimbulkan efek jera sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kualitas udara. Dengan demikian, keterpaduan antara regulasi dan pengawasan menjadi faktor utama dalam upaya pengendalian pencemaran udara.

Pengembangan Solusi Berbasis Lingkungan

Salah satu cara efektif untuk mengurangi pencemaran udara di daerah perkotaan adalah dengan membuat solusi yang disesuaikan dengan lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu mengembangkan sistem transportasi yang ramah lingkungan, seperti kendaraan listrik dan transportasi umum massal. Menurut (Gulia et al., 2015), pengurangan penggunaan kendaraan pribadi dapat membantu mengurangi emisi gas buang, karena "sistem transportasi hijau dapat secara signifikan mengurangi polusi udara kota". Oleh karena itu, memperbaiki sistem transportasi merupakan langkah strategis untuk mengurangi pencemaran udara. Selain itu, peningkatan ruang terbuka hijau serta penghijauan kota juga berperan penting dalam menjaga kualitas udara. Tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap karbon dioksida dan polutan

lainnya di udara. Infrastruktur hijau dalam pengelolaan lingkungan perkotaan sangat diperlukan (Kumar et al., 2026). Ruang terbuka hijau juga membantu menurunkan suhu lingkungan serta meningkatkan kenyamanan masyarakat. Dengan demikian, pendekatan berbasis lingkungan menjadi solusi alami yang berkelanjutan dalam pengendalian pencemaran udara.

Pemanfaatan Teknologi dalam Pengendalian Polusi

Di era modern saat ini, salah satu pendekatan penting untuk mengendalikan pencemaran udara adalah melalui penggunaan teknologi. Teknologi berbasis Internet of Things (IoT) memungkinkan kualitas udara dapat dipantau secara real-time dan akurat. Teknologi IoT dapat digunakan untuk mengumpulkan data kualitas udara secara cepat dan kontinu (Hanggara et al., 2024). Data ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan pengelolaan lingkungan. Oleh karena itu, teknologi monitoring adalah alat yang berguna untuk mengontrol pencemaran udara.

Selain itu, penggunaan metode berbasis *machine learning* juga membantu dalam memprediksi kondisi kualitas udara di masa depan. Menurut (Arif et al., 2025) menyatakan bahwa model CatBoost mampu meningkatkan akurasi prediksi kualitas udara. Hal ini didukung juga oleh (Kumar et al., 2026) yang menjelaskan bahwa teknologi sensor berbiaya rendah dapat memperluas akses pemantauan kualitas udara di wilayah perkotaan. Dengan adanya teknologi tersebut, langkah mitigasi dilakukan secara lebih cepat dan tepat. Dengan demikian, integrasi teknologi dalam pengelolaan kualitas udara menjadi solusi inovatif dalam menghadapi permasalahan pencemaran udara.

Kesimpulan dan Saran

Pencemaran udara di perkotaan merupakan permasalahan kompleks akibat aktivitas transportasi, industri, dan pertumbuhan penduduk yang berdampak pada kesehatan, lingkungan, serta sosial ekonomi masyarakat. Dampaknya meliputi gangguan pernapasan, peningkatan suhu lingkungan, kerusakan ekosistem, serta meningkatnya biaya kesehatan dan penurunan produktivitas. Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan melalui penguatan kebijakan, solusi berbasis lingkungan, dan pemanfaatan teknologi. Langkah seperti penerapan standar emisi, penggunaan transportasi ramah lingkungan, penghijauan, serta teknologi IoT dan *machine learning* menjadi strategi penting. Oleh karena itu, diperlukan kerja sama antara pemerintah, masyarakat, dan pemangku kepentingan untuk mewujudkan lingkungan perkotaan yang sehat dan berkelanjutan.

Kajian ini menunjukkan bahwa penguatan peran pemerintah dalam penerapan kebijakan pengendalian pencemaran udara sangat penting. Agar kebijakan yang diterapkan efektif, pengawasan yang berkelanjutan dan peningkatan sistem pemantauan kualitas udara diperlukan untuk mendukung upaya tersebut. Selain itu, untuk mengurangi tingkat pencemaran udara, masyarakat harus terlibat, seperti menggunakan kendaraan hijau atau transportasi umum. Selain itu, pengembangan teknologi pemantauan kualitas udara harus terus dilakukan untuk membantu pengambilan keputusan yang lebih baik. Penelitian yang akan datang juga diharapkan dapat menyelidiki kemajuan teknologi dan metode pengendalian yang lebih sesuai

dengan keadaan lokal. Diharapkan upaya pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan secara optimal dan berkelanjutan jika pemerintah, masyarakat, dan peneliti bekerja sama.

Daftar Pustaka

- Anggraini, A. N., Ummah, N. K., Fatmasari, Y., & Hayati, K. F. (2022). Air Quality Forecasting in DKI Jakarta Using Artificial Neural Network. 14(1), 1–5. <https://repository.uin-malang.ac.id/11299/7/11299.pdf>
- Arif, M., Syukur, A., & Chamidy, T. (2025). Prediksi Kualitas Udara Menggunakan Metode CatBoost. 10(2), 249–258. <https://repository.uin-malang.ac.id/24336/2/24336.pdf>
- Gulia, S., Nagendra, S. M. S., Khare, M., & Khanna, I. (2015). Urban air quality management—A review. *Atmospheric Pollution Research*, 6(2), 286–304. <https://doi.org/10.5094/APR.2015.033>
- Hanggara, F. D., M, A. F., Junikhah, A., Zafirah, Y., Rifqi, F., & Fahmi, Z. (2024). Correlation of Vehicle Traffic to Air Quality, Temperature, and Noise in Malang City Through an Internet of Things (IoT) Approach. 3. <https://repository.uin-malang.ac.id/21852/1/21852.pdf>
- Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Sabatino, S. Di, Bell, M., Norford, L., & Britter, R. (2026). The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. May. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.11.019>