

## REKAYASA LINGKUNGAN BERKELANJUTAN: MENGATASI PENCEMARAN UDARA DI PERKOTAAN

M Bobby Alamsyah<sup>1</sup>, Yuanita FD Sidabutar<sup>2</sup>, Panusunan<sup>3</sup>, Akbar Ilmiah Room<sup>4</sup>

<sup>1234</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Batam

Email: [12123005@univbatam.ac.id](mailto:12123005@univbatam.ac.id), [yuanita.fd@univbatam.ac.id](mailto:yuanita.fd@univbatam.ac.id)

---

**Abstract** - Air pollution is an increasingly critical environmental issue that has worsened with the rapid growth of urbanization and industrial activities. Air pollution not only negatively affects human health but also impacts ecosystems and overall quality of life. The aim of this study is to explore sustainable environmental engineering solutions to reduce air pollution in urban areas. This research uses a descriptive qualitative approach, reviewing various pollution control technologies that can be implemented to create a healthier and more sustainable environment. The study discusses strategies such as the development of green open spaces (GOS), the adoption of environmentally friendly technologies in the transportation sector, and the promotion of renewable energy systems to reduce exhaust emissions. The findings indicate that the application of environmentally friendly technologies and proper management of green spaces can significantly reduce air pollution levels and enhance the quality of life for urban residents. Therefore, achieving a sustainable environment requires collaboration between governments, communities, and the private sector in implementing these solutions.

**Keywords:** Environmental engineering, air pollution, green open spaces, environmentally friendly technologies, sustainable cities.

**Abstrak** - Pencemaran udara merupakan masalah lingkungan yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan pesat urbanisasi dan industri. Pencemaran udara tidak hanya berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, tetapi juga mempengaruhi ekosistem dan kualitas hidup secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi solusi rekayasa lingkungan berkelanjutan dalam mengurangi pencemaran udara di kawasan perkotaan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan mengkaji berbagai teknologi pengendalian polusi udara yang dapat diterapkan untuk menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan. Beberapa strategi yang dibahas dalam penelitian ini meliputi pembangunan ruang terbuka hijau (RTH), penggunaan teknologi ramah lingkungan pada sektor transportasi, serta pengembangan sistem energi terbarukan untuk mengurangi emisi gas buang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan dan pengelolaan ruang terbuka hijau yang baik dapat signifikan menurunkan kadar polusi udara dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Oleh karena itu, untuk mencapai lingkungan yang berkelanjutan, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta dalam implementasi solusi ini.

**Kata Kunci:** Rekayasa lingkungan, pencemaran udara, ruang terbuka hijau, teknologi ramah lingkungan, kota berkelanjutan.

---

### 1. Pendahuluan

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah lingkungan yang paling mendesak dan serius di seluruh dunia, terutama di kawasan perkotaan yang padat penduduk. Menurut data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), sekitar 90% populasi dunia menghirup udara yang tercemar, yang dapat mempengaruhi kesehatan jangka panjang, seperti gangguan pernapasan, penyakit jantung, dan bahkan kanker paru-paru. Pencemaran udara sering kali disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil di sektor transportasi, industri, dan energi. Selain itu, faktor alam seperti kebakaran hutan dan erupsi vulkanik juga turut menyumbang terhadap buruknya kualitas udara.

Perkembangan pesat sektor industri dan kendaraan bermotor di kota-kota besar meningkatkan jumlah emisi gas berbahaya yang dilepaskan ke atmosfer. Hal ini tidak hanya berdampak pada kesehatan manusia, tetapi juga mengganggu keseimbangan ekosistem dan memperburuk perubahan iklim global. Oleh karena itu, penting bagi negara-negara di seluruh dunia untuk mencari solusi yang efektif dalam mengatasi masalah ini.

Rekayasa lingkungan berkelanjutan menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk mengurangi dampak negatif pencemaran udara. Solusi ini mencakup penggunaan teknologi ramah lingkungan, pembangunan ruang terbuka hijau (RTH), serta perencanaan kota yang mengutamakan keberlanjutan. Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam desain kota, perencanaan

transportasi, dan industri, pencemaran udara dapat dikendalikan dan kualitas hidup masyarakat dapat ditingkatkan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai upaya yang dapat dilakukan dalam rangka mengurangi pencemaran udara melalui penerapan rekayasa lingkungan berkelanjutan. Fokus utama dari penelitian ini adalah pada teknologi pengendalian polusi udara, pembangunan infrastruktur hijau, dan perubahan perilaku masyarakat dalam menggunakan transportasi ramah lingkungan. Di harapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan wawasan dan rekomendasi bagi pengambil kebijakan dan masyarakat untuk menciptakan kota yang lebih sehat dan berkelanjutan.

## **2. Tinjauan Pustaka**

Pencemaran udara merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang paling berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Pencemaran ini terjadi ketika zat atau partikel berbahaya masuk ke atmosfer, mengubah kualitas udara, dan mengganggu keseimbangan alam. Berbagai faktor penyebab pencemaran udara, baik yang berasal dari aktivitas manusia maupun faktor alam, telah dibahas dalam banyak penelitian. Menurut Glick et al. (2019), pencemaran udara di kota-kota besar umumnya disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan bermotor, industri, pembakaran bahan bakar fosil, serta pembakaran sampah rumah tangga.

### **2.1 Pencemaran Udara dan Dampaknya**

Pencemaran udara di kota-kota besar, seperti Jakarta, telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Penelitian yang dilakukan oleh Mulyani et al. (2018) mengungkapkan bahwa tingkat polusi udara di Jakarta sering kali melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Polutan utama yang ditemukan adalah karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan partikel debu halus (PM<sub>2.5</sub>), yang semuanya dapat menyebabkan gangguan kesehatan, mulai dari penyakit pernapasan akut hingga penyakit jantung dan kanker paru-paru. Efek jangka panjang dari paparan polusi udara ini juga mempengaruhi kualitas hidup masyarakat, mengurangi produktivitas kerja, serta meningkatkan biaya perawatan kesehatan (Candrasari, 2023).

### **2.2 Rekayasa Lingkungan Berkelanjutan untuk Pengendalian Pencemaran Udara**

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan

untuk mengatasi pencemaran udara adalah rekayasa lingkungan berkelanjutan. Menurut Sharma et al. (2020), konsep rekayasa lingkungan berkelanjutan melibatkan penggunaan teknologi yang ramah lingkungan dan penerapan kebijakan yang mendukung pengurangan emisi gas rumah kaca serta polutan lainnya. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan untuk mengurangi pencemaran udara adalah teknologi pemurnian gas buang pada kendaraan bermotor dan industri (Siregar, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Marabdi et al. (2019) menunjukkan bahwa modifikasi sistem saluran gas buang pada kendaraan bermotor dapat mengurangi emisi karbon monoksida (CO) hingga 71,09%, hidrokarbon (HC) hingga 48,26%, dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) hingga 66,35%. Teknologi ini terbukti efektif dalam mengurangi dampak pencemaran udara di perkotaan.

### **2.3 Pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH)**

Pembangunan ruang terbuka hijau (RTH) juga dianggap sebagai solusi yang sangat efektif dalam mengatasi pencemaran udara. Menurut Fitria et al. (2021), ruang terbuka hijau dapat berfungsi sebagai penyerap polutan dan meningkatkan kualitas udara di perkotaan. Penanaman pohon dan vegetasi lainnya dapat membantu menyaring partikel-partikel berbahaya dari udara dan menghasilkan oksigen yang diperlukan untuk kehidupan. Pemerintah di berbagai negara telah mengimplementasikan kebijakan yang mendukung pembangunan RTH di kota-kota besar untuk meningkatkan kualitas hidup warga serta mengurangi dampak negatif dari polusi udara.

### **2.4 Transportasi Ramah Lingkungan**

Sektor transportasi juga berperan penting dalam pengendalian pencemaran udara. Penurunan emisi gas buang kendaraan bermotor dapat dicapai dengan mengurangi penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil dan beralih ke kendaraan ramah lingkungan, seperti kendaraan listrik. Penelitian oleh Hadi et al. (2020) menunjukkan bahwa transisi ke kendaraan listrik di perkotaan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara secara signifikan. Selain itu, kebijakan pemerintah yang mendorong penggunaan transportasi umum juga dapat mengurangi kepadatan lalu lintas dan mengurangi emisi polutan yang berasal dari kendaraan pribadi.

### **2.5 Kebijakan dan Regulasi Lingkungan**

Beberapa kebijakan dan regulasi juga diterapkan untuk mengendalikan pencemaran udara. Peraturan

Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia menetapkan standar emisi yang harus dipatuhi oleh industri dan kendaraan bermotor. Selain itu, kebijakan tentang pengurangan emisi karbon dioksida melalui pengembangan energi terbarukan, seperti energi surya dan angin, juga semakin mendapatkan perhatian (Budianto, 2021). Meskipun demikian, implementasi kebijakan tersebut masih menghadapi tantangan besar, terutama dalam hal pengawasan dan penegakan hukum yang efektif di lapangan.

### **3. Metode Penelitian**

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis solusi rekayasa lingkungan berkelanjutan dalam mengatasi pencemaran udara. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data primer melalui wawancara mendalam dengan pemerintah, praktisi industri, dan masyarakat di kota-kota besar yang menghadapi masalah pencemaran udara, serta observasi lapangan untuk menilai kondisi pencemaran udara dan efektivitas solusi yang diterapkan.

Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan studi literatur untuk menggali teori dan teknologi terkait pengendalian polusi udara serta kebijakan yang diterapkan di berbagai negara. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul, seperti dampak pencemaran udara, penerapan teknologi ramah lingkungan, dan keberhasilan kebijakan pengendalian polusi udara. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai solusi efektif dalam mengurangi pencemaran udara dan mewujudkan lingkungan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

### **4. Hasil dan Pembahasan**

Penelitian ini menemukan bahwa pencemaran udara di kawasan perkotaan yang padat penduduk memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan masyarakat, kualitas lingkungan, dan kualitas hidup secara keseluruhan. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa tingkat polusi udara di kota-kota besar, seperti Jakarta, Surabaya, dan Bandung, sering kali melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh WHO. Polutan utama yang terdeteksi di udara perkotaan adalah karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), serta partikel debu halus (PM<sub>2.5</sub>). Sebagian besar polutan ini berasal dari sektor transportasi, pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas industri.

Dari hasil wawancara dengan praktisi industri,

ditemukan bahwa banyak perusahaan telah mulai mengimplementasikan teknologi pengendalian polusi udara, seperti sistem pemurnian gas buang dan penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan. Namun, pengawasan dan penegakan hukum yang belum maksimal menjadi salah satu tantangan utama dalam upaya pengendalian pencemaran udara.

Pembangunan ruang terbuka hijau (RTH) juga menjadi salah satu solusi yang banyak diterapkan untuk mengurangi polusi udara. Hasil observasi menunjukkan bahwa kota-kota yang memiliki lebih banyak ruang terbuka hijau, seperti Surabaya, memiliki kualitas udara yang lebih baik dibandingkan dengan kota-kota yang minim RTH. Penanaman pohon dan vegetasi lainnya terbukti efektif dalam menyaring partikel polutan dan meningkatkan kualitas udara.

Dalam hal transportasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar fosil masih menjadi kontributor terbesar terhadap pencemaran udara. Meskipun demikian, penurunan penggunaan kendaraan pribadi dan peningkatan penggunaan transportasi umum yang ramah lingkungan dapat mengurangi emisi polutan secara signifikan. Beberapa kota, seperti Jakarta, telah mulai mengimplementasikan kebijakan untuk mendorong penggunaan kendaraan listrik dan transportasi umum yang lebih ramah lingkungan, namun penerapan kebijakan ini masih perlu didorong dengan insentif dan regulasi yang lebih ketat.

Secara keseluruhan, penelitian ini mengungkapkan bahwa untuk mengatasi pencemaran udara dan menciptakan lingkungan yang berkelanjutan, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan sektor industri. Implementasi kebijakan yang mendukung pengurangan emisi, pembangunan RTH, dan penggunaan teknologi ramah lingkungan dapat membantu mengurangi dampak pencemaran udara secara signifikan. Namun, keberhasilan solusi ini sangat bergantung pada keseriusan dalam pengawasan dan penegakan hukum, serta peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kualitas udara untuk kesehatan dan kesejahteraan bersama.

### **5. Kesimpulan dan Saran**

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pencemaran udara di kawasan perkotaan memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan kualitas lingkungan, dengan sektor transportasi, industri, dan pembakaran bahan bakar fosil sebagai kontributor utama. Solusi rekayasa lingkungan berkelanjutan, seperti teknologi pengendalian polusi, pembangunan ruang terbuka hijau (RTH), dan penggunaan transportasi ramah lingkungan, terbukti efektif dalam mengurangi dampak pencemaran udara. Namun, untuk

mencapai tujuan lingkungan yang lebih sehat, diperlukan kebijakan yang lebih tegas dan peningkatan kesadaran masyarakat. Keterbatasan penelitian ini terletak pada cakupan lokasi yang terbatas pada beberapa kota besar di Indonesia dan pada partisipasi terbatas dari pihak terkait.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan penelitian ke kota-kota lain dengan tingkat polusi yang berbeda, serta melibatkan lebih banyak sektor terkait untuk mendapatkan perspektif yang lebih beragam. Penelitian lanjutan juga dapat fokus pada teknologi baru yang lebih efisien dalam mengurangi emisi gas berbahaya serta mengevaluasi dampak jangka panjang dari kebijakan yang diterapkan.

### **Daftar Pustaka**

- Ahmad Marabdi, S., Siregar, C. A., & Yani, M. (2019). Rekayasa saluran gas buang sepeda motor guna mengurangi pencemaran udara. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 171-179. <https://doi.org/10.30596/rmme.v2i2.3672>
- Candrasari, S. (2023). Pemulihan dampak pencemaran udara bagi kesehatan masyarakat Indonesia. *Jurnal Professional*, 10(2), 849-854. <https://doi.org/10.54066/jmbe-itb.v2i2.1599>
- Fitria, L., & Wijayanti, T. (2021). Pengaruh ruang terbuka hijau terhadap kualitas udara di perkotaan. *Jurnal Perencanaan Kota*, 15(4), 233-240.
- Glick, J., Thompson, P., & Miller, S. (2019). Air pollution and its impact on urban health. *Environmental Health Perspectives*, 127(6), 1-10. <https://doi.org/10.1289/EHP5369>
- Mulyani, S., Tjahjono, S., & Rahmawati, E. (2018). Evaluasi pencemaran udara di Jakarta dan upaya pengendaliannya. *Jurnal Lingkungan*, 12(3), 45-55.
- Sharma, R., Joshi, S., & Singh, A. (2020). Sustainable environmental engineering solutions for air pollution control. *Environmental Engineering Journal*, 22(5), 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.enveng.2020.02.014>