

Analisis Dampak Penggunaan Energi Fosil Terhadap Kualitas Udara Dan Peluang Implementasi Energi Terbarukan Di Indonesia

Baithul Maqdis^{1*}, Ferry Suhada², Agung Pranata³

1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas, Universitas Al-azhar Medan; email : baithulmaqdis@gmail.com

2 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas, Universitas Al-azhar Medan; email : ferrysuhada11@gmail.com

3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas, Universitas Al-azhar Medan; email : agungpranata0077@gmail.com

*Korespondensi: **Baithul Maqdis**

Abstract: The primary energy sources in Indonesia, particularly in the industrial and transportation sectors, still come from fossil fuels such as natural gas, coal, and petroleum. This dependence has led to an increase in greenhouse gas emissions, including CO₂, NO_x, and PM_{2.5} particles. These emissions have a direct impact on air quality and public health. This qualitative descriptive study uses secondary data obtained from official sources such as the Central Bureau of Statistics. The analysis indicates that high fossil fuel consumption contributes to the decline in air quality in major Indonesian cities. Renewable energy sources, such as bioethanol and biogas derived from biomass and agricultural waste, hold great potential as sustainable and environmentally friendly alternative solutions.

Keywords: Fossil energy; greenhouse gas emissions; air quality; renewable energy.

Abstrak: Sumber energi utama di Indonesia, khususnya dalam sektor industri dan transportasi, masih berasal dari sumber energi fosil seperti gas alam, batubara, dan minyak bumi. Ketergantungan ini menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca, termasuk CO₂, NO_x, dan partikel PM_{2.5}. Hal ini berdampak langsung pada kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Studi deskriptif kualitatif menggunakan data sekunder yang diperoleh dari sumber resmi seperti Badan Pusat Statistik. Analisis menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar fosil yang tinggi menyebabkan penurunan kualitas udara di kota-kota besar Indonesia. Energi terbarukan, seperti bioetanol dan biogas yang diperoleh dari biomassa dan limbah pertanian, memiliki potensi besar untuk menjadi solusi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Energi fosil; emisi gas rumah kaca; kualitas udara; energi terbarukan.

Diterima: Mei 17, 2025
Direvisi: Mei 27, 2025
Diterima: Juni 29, 2025
Diterbitkan: Juli 2, 2025
Versi sekarang: Juli 2, 2025

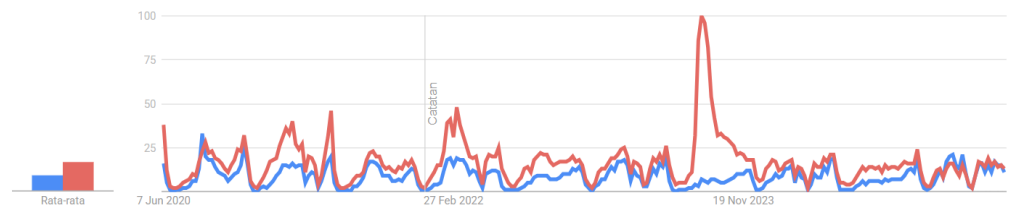


Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Meningkatnya permintaan energi untuk bisnis dan transportasi di Indonesia telah menyebabkan peningkatan penggunaan bahan bakar fosil. Bahan bakar seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara masih menjadi sumber energi utama negara karena ketersediaan yang berlimpah dan biaya produksi yang lebih rendah daripada energi terbarukan. [1]. Namun, penyebab utama emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x),

dan partikel $PM_{2.5}$ adalah penggunaan energi fosil. Emisi ini berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan polusi udara. Gangguan pernapasan dan stres oksidatif pada sel-sel tubuh adalah beberapa masalah kesehatan yang disebabkan oleh polusi udara yang berasal dari emisi industri dan kendaraan bermotor. [2].

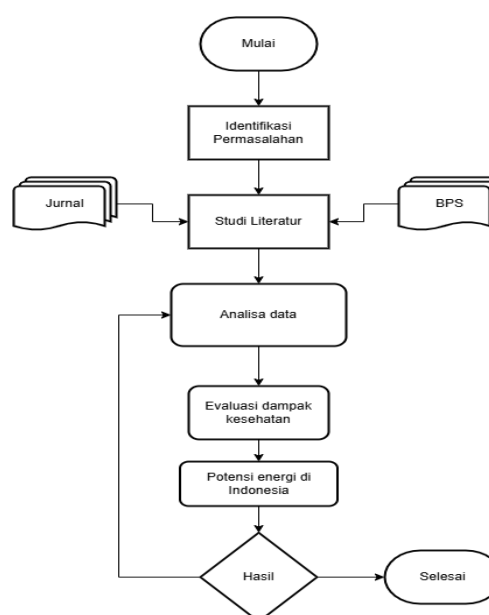


Gambar 1. Trends Bahan Bakar Fosil dan Polusi Udara

Kota-kota besar di Indonesia seperti Jakarta, Bandung, dan Semarang memiliki tingkat polusi udara tertinggi karena padatnya lalu lintas dan konsumsi energi berbasis fosil yang tinggi. [3], [4] Semakin banyak orang yang menyadari masalah perubahan iklim di seluruh dunia, maka sangat penting untuk beralih ke energi terbarukan. Energi surya, angin, dan bioenergi dianggap lebih ramah lingkungan dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia, yang memiliki banyak sumber daya alam. [5], [6].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang berbasis pada studi literatur. Data sekunder berasal dari berbagai sumber yang dapat dipercaya, seperti laporan lembaga pemerintahan, jurnal ilmiah nasional dan internasional, dan data statistik dari lembaga resmi seperti Badan Pusat Statistik (BPS). Tujuan dari penggunaan teknik ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang subjek penelitian ini.



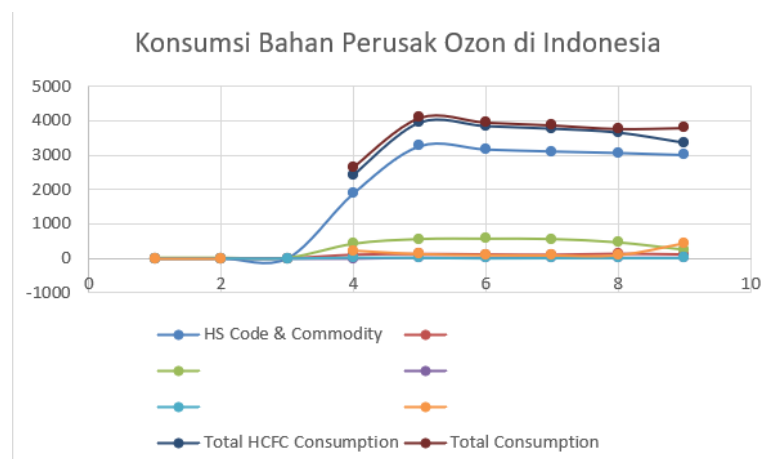
Gambar 2. Flowchart Penelitian

Dimulai dengan identifikasi masalah, Studi ini bertujuan untuk menunjukkan dampak energi fosil pada kualitas udara Indonesia. Untuk melakukan ini, peninjauan kebijakan energi dan kondisi lingkungan terbaru di Indonesia dilakukan. Selanjutnya, data dikumpulkan untuk mencakup tren konsumsi energi bahan bakar, tingkat emisi gas rumah kaca, kualitas udara di berbagai daerah, dan potensi dan kemajuan energi terbarukan. Hasil analisis ini mendorong pelestarian menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan di Indonesia. Penelitian ini diharapkan akan membantu proses pengambilan keputusan energi dan lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan polusi udara dan perubahan iklim di Indonesia.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Dampak Penggunaan Energi Fosil Terhadap Kualitas Udara

Di Indonesia, emisi gas rumah kaca (GRK) yang paling signifikan berasal dari penggunaan bahan bakar fosil seperti gas alam, minyak bumi, dan batu bara. Laporan Kementerian Perindustrian menunjukkan bahwa emisi karbon dioksida (GRK) dari sektor industri saja akan mencapai 238,1 juta ton CO_{2e} pada tahun 2022. Penggunaan energi industri menyumbang 64% dari total ini. [7].



Gambar 3. Perkembangan Konsumsi Bahan Perusak Ozon

Menurut data global, Indonesia menempati peringkat ke-6 penghasil emisi karbon terbesar di dunia dengan 728,88 juta ton CO_{2e}. Jika konsumsi bahan bakar fosil terus meningkat, akumulasi gas rumah kaca seperti CO₂ dan NO_x di atmosfer akan meningkat. Gas-gas ini meningkatkan efek rumah kaca, yang pada bagiannya menyebabkan pemanasan global. Kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya, antara lain, mengalami peningkatan suhu rata-rata bumi, gangguan ekosistem, dan penurunan kualitas udara. [8] Studi lain menunjukkan bahwa faktor transportasi memegang peranan penting dalam emisi gas rumah kaca, terutama di kota-kota besar seperti Bogor. [9].

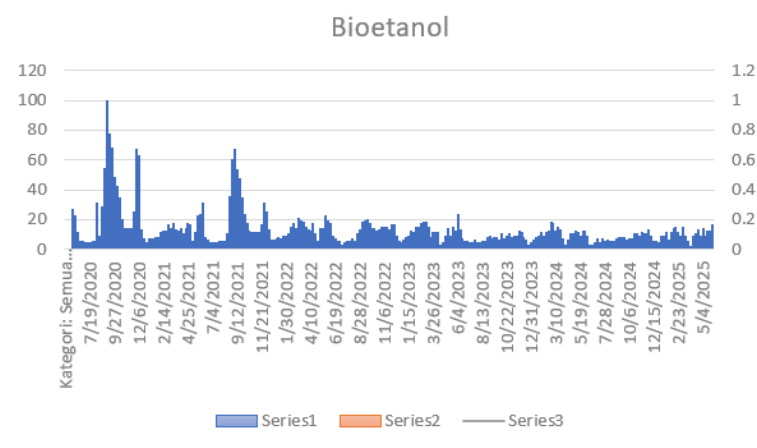
Tabel 1. Emisi (GRK) Menurut Jenis dan Sektor

Sektor						Jumlah
Energi	Ippu	Pertanian	Folu	Kebakaran Hutan	Limbah	

531,142	47,489	112,801	215,318	499,389	102,834	1,508,973
536,306	49,297	117,160	742,843	822,736	106,061	2,374,403
538,025	55,307	122,185	417,385	90,267	112,352	1,335,521
562,244	55,395	127,503	476,005	12,512	120,191	1,353,850
595,665	59,262	110,055	602,188	121,322	127,077	1,615,569
638,808	60,175	108,598	468,425	456,427	134,119	1,866,552

3.2. Potensi Bioetanol sebagai Solusi Energi Terbarukan

Bioetanol tampaknya menjadi alternatif yang menjanjikan untuk bahan bakar fosil. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wiratmaja dan Elisa (2020), bioetanol dapat menurunkan emisi CO dan CO₂ secara signifikan dan juga dapat meningkatkan kinerja mesin pada putaran tinggi. [10] Namun, korosivitas bioetanol terhadap logam tertentu dan persaingan bahan baku dengan industri pangan masih menjadi masalah.



Gambar 4. Trends Bioetanol

Untuk mengatasi masalah ini, beberapa pendekatan telah diambil. Salah satunya adalah menggunakan lignoselulosa atau biomassa non-pangan, seperti rumput laut *Ulva reticulata*. Studi yang dilakukan oleh [11] menunjukkan bahwa menggunakan metode hidrolisis dan fermentasi, rumput laut *Ulva reticulata* dapat menghasilkan bioetanol dengan kadar hingga 5,02%. Keunggulan lain adalah rumput laut ini tersebar luas di wilayah pesisir Indonesia dan tidak bersaing dengan sumber pangan. Nira batang kelapa sawit juga dipelajari sebagai alternatif.[12] melakukan penelitian yang menghasilkan 4,86% (v/v) bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* tanpa nitrogen, yang menunjukkan efisiensi biaya dan potensi skala industri.

3.3. Mitigasi Emisi Melalui Perubahan Teknologi Transportasi

Kendaraan di Indonesia selalu menggunakan bahan bakar minyak. Di Indonesia, banyak perusahaan pengolahan bahan bakar yang memproduksi berbagai jenis bahan bakar, termasuk pertalite premium, pertamax, pertamax turbo, dan solar. [13] Jumlah kendaraan yang

digunakan akan sebanding dengan penggunaan bahan bakar fosil. Selain itu, pertumbuhan kendaraan bermotor terus meningkat setiap tahunnya. [14]

Meskipun pertumbuhan ekonomi bermanfaat bagi masyarakat, kerusakan lingkungan seperti emisi karbon dioksida dan polusi udara akan terus meningkat dan merugikan masyarakat. Menurut Kebijakan Energi Nasional, pengelolaan energi Indonesia masih menghadapi banyak masalah, terutama dalam mencapai target pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT). Ketergantungan pada energi fosil, khususnya minyak dan gas bumi, akan terus berlanjut akibat lambatnya realisasi EBT dan meningkatnya kebutuhan energi. Situasi semakin memburuk karena menurunnya produksi, eksplorasi yang tidak efektif, infrastruktur dan faktor ekonomi yang kompleks. [15]

Dengan munculnya konsep ekonomi hijau yang mendorong pembangunan berkelanjutan melalui sektor energi, termasuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) sebagai salah satu upaya diversifikasi energi bersih, biogas memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan untuk aplikasi industri dan domestik serta sebagai solusi efisien terhadap krisis energi global. [16], [17]

Sebagian besar peningkatan emisi gas rumah kaca di kota adalah akibat dari sektor transportasi. Sangat disarankan untuk menggunakan strategi mitigasi seperti meremajakan kendaraan dengan teknologi berbasis listrik dan menggunakan bahan bakar alternatif seperti bioetanol. [9] Strategi ini efektif untuk menekan emisi di Kota Bogor dan dapat diterapkan di seluruh negeri untuk mendukung target penurunan emisi Indonesia sebesar 31,89% pada tahun 2030.

4. Kesimpulan

Karena ketergantungannya yang besar pada energi fosil, Indonesia menghadapi masalah besar dalam bidang energi. Ketergantungan ini menyebabkan peningkatan pencemaran udara dan emisi gas rumah kaca, terutama dari sektor industri dan transportasi. Meskipun Energi Nasional (KEN) telah menetapkan target bauran Energi Baru Terbarukan (EBT) sebesar 23 persen pada tahun 2025 dan 31 persen pada tahun 2050, pencapaiannya hanya 11,3 persen pada tahun 2020. [15] Hal ini disebabkan oleh masalah struktural seperti regulasi yang buruk, keterbatasan Kebijakan infrastruktur, dan daya saing harga yang rendah. Penurunan produksi migas, kesulitan eksplorasi, dan penurunan cadangan energi fosil telah membantu target ini.

Dalam situasi seperti ini, pengembangan sumber energi terbarukan seperti bioetanol dan biogas dari biomassa dan limbah pertanian merupakan alternatif yang bijaksana. Alternatif ini tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga sesuai dengan prinsip ekonomi sirkular. Oleh karena itu, untuk menjamin ketahanan dan kemandirian energi nasional di masa depan, percepatan transisi energi memerlukan pendekatan lintas sektor yang kolaboratif.

Kontribusi Penulis: BM: merancang kerangka penelitian dan menyusun naskah awal artikel. AP: melakukan pengumpulan serta analisis data sekunder dari berbagai sumber resmi. FS: berkontribusi dalam kajian literatur, penyusunan bagian pembahasan, dan penyuntingan akhir artikel.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal

Pernyataan Ketersediaan Data: Kami bersedia untuk data, makalah ini di publikasi

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar Medan atas dukungan fasilitas dan bimbingan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Badan Pusat Statistik (BPS) dan lembaga-lembaga terkait lainnya yang telah menyediakan data dan informasi yang dibutuhkan dalam penyusunan artikel ini. Tak lupa, penulis menghargai kontribusi semua pihak yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun selama proses penulisan karya ilmiah ini.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan

Referensi

- [1] Z. H. Siregar, Mawardi, R. Alhadi, and A. C. Sembiring, "Uji Karakteristik Briket Serbuk Kayu Terhadap Laju Pembakaran," *Jurnal Mekanova*, vol. 9, no. 2, pp. 69–77, 2023, doi: <https://doi.org/10.35308/jmkn.v9i2.8445>.
- [2] K. Kusmiyati, N. T. Kambuno, P. Selasa, and F. W. F. Waangsir, "Pengaruh Paparan Pencemar Udara Terhadap Stres Oksidatif: Sistematis Review," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 20, no. 3, pp. 628–636, Jul. 2022, doi: [10.14710/jil.20.3.628-636](https://doi.org/10.14710/jil.20.3.628-636).
- [3] W. N. Salsabila, Yushardi, and Sudarti, "Analisis Perkembangan Penanggulangan Pencemaran Udara Yang Disebabkan Oleh Bahan Bakar Fosil," *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, vol. 2, pp. 1010–1014, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1331>.
- [4] Elsa Sulistiani and Ageng Saepudin Kanda S, "Fenomena Pencemaran Lingkungan: Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan," *JURNAL MANAJEMEN DAN BISNIS EKONOMI*, vol. 2, no. 2, pp. 301–305, Feb. 2024, doi: [10.54066/jmbe-itb.v2i2.1599](https://doi.org/10.54066/jmbe-itb.v2i2.1599).
- [5] T. I. Khoirunnisa, N. Hidayah, and D. A. Febrianti, "Energi terbarukan dan emisi karbondioksida: Studi kasus Indonesia tahun 1990-2020," *Journal of Economics Research and Policy Studies*, vol. 4, no. 3, pp. 591–604, Dec. 2024, doi: [10.53088/jerps.v4i3.1355](https://doi.org/10.53088/jerps.v4i3.1355).
- [6] Halim Tjiwidjaja and Rianti Salima, "Dampak Energi Fosil Terhadap Perubahan Iklim Dan Solusi Berbasis Energi Hijau," *JURNAL WILAYAH, KOTA DAN LINGKUNGAN BERKELANJUTAN*, vol. 2, no. 2, pp. 166–172, Dec. 2023, doi: [10.58169/jwikal.v2i2.625](https://doi.org/10.58169/jwikal.v2i2.625).
- [7] Aulya Putri, Suwardi, H. Widjaja, D. T. Suryaningtyas, P. Oktariani, and O. Randrikasari, "Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Kawasan Pertambangan," *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, vol. 1, no. 1, pp. 21–28, Jul. 2024, doi: [10.70191/jplp.v1i1.55151](https://doi.org/10.70191/jplp.v1i1.55151).
- [8] R. Syafitri and E. Putri, "Masalah Global Warming Dan Hubungannya Dengan Penggunaan Bahan Bakar Fosil," *Jurnal Bakti Sosial*, vol. 1, no. 1, pp. 14–22, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.asrypersadaquality.com/index.php/baktisosial>
- [9] R. Prihartono, A. Faroby Falatehan, and Widyastutik, "Strategi Adaptasi Dan Mitigasi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Melalui Sektor Transportasi Di Kota Bogor," *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, vol. 11, no. 3, pp. 244–263, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v11i3.60430>.
- [10] I. G. Wiratmaja and E. Elisa, "Kajian Peluang Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Utama Kendaraan Masa Depan Di Indonesia," *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, Jul. 2020, doi: [10.23887/jptm.v8i1.27298](https://doi.org/10.23887/jptm.v8i1.27298).
- [11] S. M. D. Kolo, J. Presson, and P. Amfotis, "Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan dari Rumpun Laut Ulva reticulata Asal Pulau Timor," *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, vol. 17, no. 2, pp. 159–167, Sep. 2021, doi: [10.20961/alchemy.17.2.45476.159-167](https://doi.org/10.20961/alchemy.17.2.45476.159-167).
- [12] K. Ulum, I. Purwantiningrum, R. D. Yustina, U. Murdiyatmo, and A. K. Wardani, "Studi Komparasi: Produksi Bioetanol Nira Batang Kelapa Sawit oleh Flokulan dan Non- Flokulan *Saccharomyces cerevisiae*," *agriTECH*, vol. 40, no. 4, p. 322, Feb. 2021, doi: [10.22146/agritech.40938](https://doi.org/10.22146/agritech.40938).
- [13] Indriyani, Z. H. Siregar, Apollo, and M. Andika, "Uji kinerja mesin bensin genset dengan campuran bahan bakar RON 90 dan 92 dengan mempergunakan Rem Cakram," *Jurnal Mekanova*, vol. 9, no. 1, pp. 242–249, Apr. 2023, doi: <https://doi.org/10.35308/jmkn.v9i1.7588>.

-
- [14] Z. H. Siregar, "Analysis of Yamaha Scorpio Engine Performance with Variation of Ethanol Fuel and Shell V Power," *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, vol. 2, no. 4, pp. 135–144, Jan. 2023, doi: 10.53893/ijrvocas.v2i4.179.
- [15] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, Oct. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [16] S. Allifah, Y. Syaukat, and P. Wijayanti, "Dampak Tenaga Air dan Bahan Bakar Fosil terhadap Implementasi Ekonomi Hijau di Indonesia," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 9, no. 3, pp. 102–112, Dec. 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.03.3.
- [17] N. C. Fitri and H. Hamdi, "Systematic Literature Review (Slr): Sumber Energi Terbarukan: Potensi Kotoran Ternak Dan Limbah Pertanian Untuk Produksi Biogas Berkelanjutan," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 5, no. 1, pp. 57–69, Mar. 2024, doi: 10.14710/jebt.2024.21961.