

## KOMPARASI YURIDIS AIR POLLUTION CONTROL ACT JEPANG SEBAGAI MODEL PENGUATAN REGULASI PENCEMARAN UDARA INDONESIA

Rayi Kharisma Rajib<sup>1</sup>, Dwi Farkhatin Auliyani<sup>2</sup>, Ivadavia Putri Saktinegara<sup>3</sup>  
Hukum, Universitas Negeri Semarang, Semarang  
E-mail: \*[ravirajib@mail.unnes.ac.id](mailto:ravirajib@mail.unnes.ac.id)<sup>1</sup>, [dfarkhatin@unnes.students.ac.id](mailto:dfarkhatin@unnes.students.ac.id)<sup>2</sup>,  
[ivadaviap@unnes.students.ac.id](mailto:ivadaviap@unnes.students.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan permasalahan global yang berdampak signifikan terhadap kesehatan manusia dan keberlanjutan lingkungan, serta memiliki keterkaitan erat dengan perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komparasi yuridis pengendalian pencemaran udara antara Indonesia dan Jepang, serta mengkaji dampak Kyoto Protocol terhadap perkembangan dan implementasi *Air Pollution Control Act* sebagai model penguatan regulasi lingkungan di Indonesia. Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan yuridis normatif melalui studi kepustakaan, serta menggunakan pendekatan perbandingan dan konseptual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jepang memiliki sistem pengendalian pencemaran udara yang lebih efektif dibandingkan Indonesia, ditinjau dari aspek normatif, struktural, dan implementatif. Keunggulan Jepang terletak pada regulasi yang lebih teknis dan operasional, sistem pemantauan berbasis teknologi yang terintegrasi, serta penegakan hukum yang konsisten. Sementara itu, Indonesia masih menghadapi kendala dalam implementasi, terutama pada lemahnya penegakan hukum, keterbatasan sistem pengawasan, dan belum optimalnya integrasi kebijakan lintas sektor. Lebih lanjut, Protokol Kyoto berperan sebagai katalisator dalam memperkuat kebijakan lingkungan Jepang, yang berhasil diintegrasikan ke dalam regulasi nasional secara efektif. Sebaliknya, Indonesia masih menghadapi tantangan dalam menginternalisasikan komitmen internasional ke dalam kebijakan yang operasional dan terintegrasi. Oleh karena itu, penguatan regulasi di Indonesia perlu diarahkan pada peningkatan efektivitas implementasi melalui integrasi kebijakan, penguatan penegakan hukum, serta pengembangan sistem pemantauan berbasis data untuk mewujudkan pengendalian pencemaran udara yang berkelanjutan.

### Kata kunci

**pencemaran udara, *Air Pollution Control Act*, Protokol Kyoto, penegakan hukum lingkungan, regulasi lingkungan**

### ABSTRACT

*Air pollution is a global issue that significantly impacts human health and environmental sustainability, and is closely linked to climate change. This study aims to analyze a juridical comparison of air pollution control between Indonesia and Japan, as well as to examine the impact of the Kyoto Protocol on the development and implementation of the Air Pollution Control Act as a model for strengthening environmental regulation in Indonesia. The method used is qualitative research with a normative juridical approach through literature study, combined with comparative and conceptual approaches. The results show that Japan has a more effective air pollution control system compared to Indonesia, viewed from normative, structural, and implementation aspects. Japan's strengths lie in more technical and operational regulations, an integrated technology-based monitoring system, and consistent law enforcement. Meanwhile, Indonesia still faces challenges in implementation, particularly in weak law enforcement, limited monitoring systems, and the lack of optimal integration of cross-sectoral policies. Furthermore, the Kyoto Protocol has acted as a catalyst in strengthening Japan's environmental policies, which have been effectively integrated into national regulations. In contrast, Indonesia continues to face challenges in internalizing international commitments into operational and integrated policies. Therefore, strengthening regulations in Indonesia should be directed toward*

*improving implementation effectiveness through policy integration, strengthening law enforcement, and developing data-based monitoring systems to achieve sustainable air pollution control.*

**Keywords**

***air pollution, Air Pollution Control Act, Kyoto Protocol, environmental law enforcement, environmental regulation***

## 1. PENDAHULUAN

Menurut *World Health Organization*, pencemaran udara merupakan kontaminasi pada lingkungan udara, baik di dalam maupun di luar ruangan, oleh agen kimia, fisik, atau biologis yang mengubah karakteristik alami atmosfer. Sumber pencemaran udara antara lain berasal dari perangkat pembakaran rumah tangga, kendaraan bermotor, fasilitas industri, serta kebakaran hutan. Adapun jenis polutan yang menjadi perhatian utama bagi kesehatan masyarakat meliputi partikulat (*particulate matter*), karbon monoksida, ozon, nitrogen dioksida, dan sulfur dioksida. Lebih lanjut, pencemaran udara, baik di dalam maupun di luar ruangan, diketahui dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, khususnya penyakit pernapasan, serta menjadi salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap meningkatnya angka kesakitan (morbiditas) dan kematian (mortalitas) (WHO, 2026).

Dalam perkembangannya, pencemaran udara tidak hanya dipandang sebagai permasalahan lingkungan lokal, melainkan telah menjadi isu global yang berkaitan erat dengan perubahan iklim. Emisi gas buang dari sektor industri dan transportasi tidak hanya mencemari udara, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan gas rumah kaca di atmosfer. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran udara menjadi bagian integral dari upaya mitigasi perubahan iklim yang diatur dalam berbagai instrumen hukum internasional. Salah satu instrumen penting dalam hal ini adalah Protokol Kyoto yang merupakan turunan dari *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Protokol Kyoto menetapkan kewajiban bagi negara-negara, khususnya negara maju, untuk menurunkan emisi gas rumah kaca melalui mekanisme yang mengikat secara hukum. Meskipun fokus utamanya adalah pada perubahan iklim, kebijakan pengurangan emisi tersebut secara langsung berimplikasi pada penurunan pencemaran udara, karena sebagian besar sumber emisi gas rumah kaca berasal dari aktivitas yang sama dengan sumber polusi udara, seperti pembakaran bahan bakar fosil (*Kyoto Protocol*, 1997).

Jika ditinjau dari aspek hak dalam hierarki regulasi di Indonesia, hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan bagian integral dari hak konstitusional warga negara yang telah dijamin dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, khususnya dalam Pasal 28H ayat (1) yang menegaskan bahwa setiap orang berhak untuk hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, serta memperoleh lingkungan hidup yang baik dan sehat. Pengakuan ini menunjukkan bahwa kualitas lingkungan hidup memiliki keterkaitan erat dengan pemenuhan hak asasi manusia secara menyeluruh. Dalam perspektif Hak Asasi Manusia, hak tersebut merupakan hak yang melekat secara kodrati pada setiap individu sebagai anugerah Tuhan Yang Maha Esa, sehingga negara memiliki kewajiban untuk menghormati, melindungi, dan memenuhinya melalui kebijakan dan instrumen hukum yang efektif. Dengan demikian, realisasi hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat tidak hanya berdiri sendiri, melainkan juga menjadi prasyarat bagi terpenuhinya hak-hak lainnya, seperti hak untuk hidup, hak atas kesehatan, serta hak atas standar kehidupan yang layak (Oemar Atallah and Rayi Kharisma Rajib 2024).

Dalam konteks pengendalian pencemaran udara, jaminan konstitusional tersebut menuntut adanya sistem regulasi yang tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga memiliki kejelasan formal dalam pengaturannya dan mampu diimplementasikan secara efektif. Hal ini menjadi semakin relevan ketika dihadapkan pada kondisi empiris di Indonesia yang masih menunjukkan berbagai permasalahan dalam pengendalian pencemaran udara, baik dari aspek pengawasan, penegakan hukum, maupun integrasi kebijakan. Oleh karena itu, penting untuk melihat praktik di negara lain yang telah berhasil mengembangkan sistem pengendalian pencemaran udara yang lebih maju, seperti Jepang melalui *Air Pollution Control Act*. Selain itu, dinamika hukum lingkungan nasional juga tidak dapat dilepaskan dari pengaruh instrumen internasional seperti Protokol Kyoto, yang mendorong negara-negara untuk mengintegrasikan kebijakan pengendalian pencemaran udara dengan upaya mitigasi perubahan iklim. Indonesia sendiri telah meratifikasi Protokol Kyoto melalui Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004, sebagai bentuk komitmen dalam upaya global pengendalian emisi (Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004, 2004). Namun demikian, implementasi komitmen tersebut dalam kebijakan nasional, khususnya dalam pengendalian pencemaran udara, masih menghadapi berbagai tantangan, seperti lemahnya penegakan hukum, kurang optimalnya pengawasan, serta belum terintegrasinya kebijakan lingkungan dengan komitmen internasional secara efektif. Sebaliknya, Jepang menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan kewajiban internasional dengan kebijakan domestiknya. Melalui *Air Pollution Control Act*, Jepang telah lama memiliki sistem pengendalian pencemaran udara yang komprehensif, yang mengatur standar emisi, pengawasan kualitas udara, serta tanggung jawab pelaku usaha. Meskipun undang-undang ini lahir sebelum Protokol Kyoto, substansi pengaturannya mampu beradaptasi dan mendukung pencapaian target-target yang ditetapkan dalam Protokol Kyoto, terutama dalam pengendalian emisi dari sektor industri dan energi.

Urgensi penguatan regulasi ini menjadi semakin nyata ketika menyandingkan ambisi pembangunan nasional dengan komitmen perlindungan atmosfer global. Di satu sisi, pembangunan berkelanjutan menuntut integrasi antara pemanfaatan sumber daya alam dan kelestarian lingkungan demi menjamin kualitas hidup generasi mendatang. Namun, di sisi lain, praktik pembangunan sering kali masih bersifat antroposentris, di mana kepentingan ekonomi jangka pendek cenderung mengabaikan daya dukung ekosistem, termasuk kualitas udara (Setyawan et al. 2024). Hal ini menciptakan paradoks hukum di Indonesia; meskipun instrumen seperti Protokol Kyoto telah diratifikasi, penegakan hukum lingkungan di lapangan masih sering terbentur oleh lemahnya pengawasan dan profesionalisme aparat. Padahal, keberhasilan penegakan hukum sangat bergantung pada konsistensi antara aturan yang tertulis dengan tindakan represif yang tegas terhadap pelanggar standar emisi (Hanum et al. 2024).

Keberhasilan pengendalian polusi udara tidak hanya terletak pada kecanggihan teknologi, tetapi pada harmonisasi antara kebijakan domestik dan komitmen internasional. Indonesia sebenarnya memiliki fondasi melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 yang mewajibkan perlindungan lingkungan dalam setiap aspek pembangunan. Namun, tantangan besar muncul pada proyek strategis nasional yang berisiko meningkatkan deforestasi dan polusi jika tidak dibarengi dengan konsep mitigasi yang matang seperti *Forest City* atau kota hutan (Hanum et al. 2024). Oleh karena itu, pengaplikasian prinsip-prinsip dalam *Air Pollution Control Act* Jepang ke dalam sistem hukum nasional dapat menjadi solusi strategis untuk menutup celah regulasi di Indonesia. Dengan memperkuat fungsi pengawasan dan memastikan kebijakan lingkungan tidak lagi berjalan secara sektoral, Indonesia dapat mewujudkan

pembangunan yang tidak hanya mendorong pertumbuhan ekonomi, tetapi juga secara aktif melindungi ruang atmosfer dari kontaminasi berbahaya (Anggraeni et al. 2024).

Integrasi antara *Air Pollution Control Act* dengan komitmen dalam Protokol Kyoto menunjukkan adanya harmonisasi antara hukum nasional dan hukum internasional. Jepang tidak hanya menjadikan regulasi domestik sebagai alat pengendalian pencemaran udara lokal, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam memenuhi kewajiban global terkait perubahan iklim. Hal ini mencerminkan bahwa efektivitas implementasi perjanjian internasional sangat bergantung pada kekuatan dan konsistensi regulasi nasional. Berdasarkan hal tersebut, menjadi penting untuk melakukan kajian komparatif terhadap pengaturan pengendalian pencemaran udara di Indonesia dengan Jepang, khususnya dalam melihat bagaimana *Air Pollution Control Act* dapat menjadi model dalam menginternalisasi prinsip-prinsip yang terkandung dalam Protokol Kyoto ke dalam sistem hukum nasional. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam penguatan regulasi lingkungan di Indonesia yang lebih terintegrasi, efektif, dan selaras dengan komitmen global.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa pengendalian pencemaran udara tidak hanya bergantung pada keberadaan norma hukum, tetapi juga pada efektivitas implementasi, sistem pengawasan, serta integrasi kebijakan nasional dengan komitmen internasional. Perbedaan pendekatan antara Indonesia dan Jepang, khususnya melalui *Air Pollution Control Act*, menunjukkan adanya kesenjangan dalam tingkat operasionalisasi regulasi lingkungan yang berdampak pada efektivitas pengendalian pencemaran udara. Di sisi lain, keberadaan Protokol Kyoto sebagai instrumen hukum internasional turut mempengaruhi arah kebijakan nasional, terutama dalam mendorong integrasi antara pengendalian pencemaran udara dan mitigasi perubahan iklim. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian komparatif untuk menganalisis bagaimana perbedaan sistem hukum antara Indonesia dan Jepang dalam pengendalian pencemaran udara, serta bagaimana pengaruh Protokol Kyoto terhadap perkembangan dan implementasi regulasi di Jepang dan relevansinya bagi Indonesia. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai model penguatan regulasi lingkungan yang lebih efektif dan berkelanjutan, sehingga dapat menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan pengendalian pencemaran udara di Indonesia ke arah yang lebih optimal.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan pendekatan yuridis normatif, yang dilakukan melalui studi kepustakaan (*library research*) (Nurhayati et al. 2021). Penelitian ini bertumpu pada analisis terhadap berbagai sumber hukum sekunder, seperti buku, artikel jurnal ilmiah, serta dokumen hukum yang relevan dengan pengendalian pencemaran udara. Selain itu, digunakan pula bahan hukum primer berupa peraturan perundang-undangan, khususnya yang berkaitan dengan kebijakan lingkungan di Indonesia serta *Air Pollution Control Act* di Jepang.

Pendekatan yang digunakan meliputi pendekatan perbandingan (*comparative approach*) dan pendekatan konseptual (*conceptual approach*), guna menganalisis perbedaan dan persamaan pengaturan antara kedua negara serta menilai relevansi penerapan model regulasi Jepang dalam konteks Indonesia. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumen, sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif-analitis dengan mengkaji, menginterpretasikan, dan membandingkan berbagai norma hukum yang ada untuk memperoleh kesimpulan yang komprehensif.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uraian konseptual mengenai pengendalian pencemaran udara serta keterkaitannya dengan hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat, terlihat bahwa efektivitas suatu regulasi lingkungan tidak hanya ditentukan oleh keberadaan norma hukum semata, tetapi juga oleh kemampuan negara dalam mengimplementasikan, mengawasi, dan menegakkan aturan tersebut secara konsisten. Dalam konteks ini, perbandingan antara Indonesia dan Jepang menjadi relevan untuk melihat bagaimana perbedaan sistem hukum dan kebijakan lingkungan memengaruhi keberhasilan pengendalian pencemaran udara. Jepang melalui *Air Pollution Control Act* menunjukkan model regulasi yang lebih operasional dan terintegrasi dengan komitmen internasional, sedangkan Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan pada aspek implementasi dan penegakan hukum. Oleh karena itu, pembahasan berikut akan mengkaji secara komparatif pengaturan pengendalian pencemaran udara di kedua negara, serta relevansi model regulasi Jepang dalam penguatan kebijakan lingkungan di Indonesia.

#### 3.1 Analisis komparasi yuridis pengendalian pencemaran udara antara Indonesia dan Jepang, khususnya berdasarkan *Air Pollution Control Law Jepang*, sebagai model penguatan regulasi lingkungan di Indonesia

Pengendalian pencemaran udara dalam perspektif hukum lingkungan modern tidak lagi dipahami sebagai sekadar upaya teknis untuk menurunkan tingkat polutan di atmosfer, melainkan sebagai bagian dari rezim hukum yang kompleks yang mencakup perlindungan hak asasi manusia, tata kelola lingkungan (*environmental governance*), serta kewajiban negara dalam kerangka hukum internasional. Dalam konteks ini, efektivitas suatu regulasi tidak hanya diukur dari keberadaan norma hukum, tetapi juga dari sejauh mana norma tersebut dapat diimplementasikan secara konsisten, terukur, dan terintegrasi dengan kebijakan global. Secara umum, sistem hukum pengendalian pencemaran udara dapat dianalisis melalui tiga dimensi utama, yaitu dimensi normatif, dimensi struktural, serta dimensi kultural. Ketiga dimensi ini menjadi parameter penting dalam menilai perbedaan antara Indonesia dan Jepang.

Dalam dimensi normatif, Indonesia melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 telah mengadopsi prinsip-prinsip hukum lingkungan modern, seperti prinsip pencegahan, prinsip kehati-hatian, dan prinsip pencemar membayar. Namun, norma tersebut masih bersifat *framework regulation*, sehingga memerlukan aturan turunan yang lebih teknis dan operasional. Akibatnya, pengaturan terkait standar emisi, pengendalian sumber pencemar, serta mekanisme evaluasi kualitas udara belum sepenuhnya memiliki kepastian hukum yang kuat dan seragam di seluruh wilayah Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa hukum lingkungan di Indonesia masih berada pada tahap normatif-konseptual dan belum sepenuhnya mencapai tahap operasional-implimentatif (Maula [no date]).

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa regulasi pengendalian pencemaran udara di Indonesia masih menghadapi kendala implementasi dan belum sepenuhnya didukung oleh instrumen teknis yang memadai. Sebaliknya, Jepang melalui *Air Pollution Control Act* menunjukkan karakteristik regulasi yang lebih konkret dan teknis. Undang-undang ini secara eksplisit mengatur berbagai jenis polutan, menetapkan standar emisi yang berbeda berdasarkan jenis industri dan skala kegiatan, serta mengatur mekanisme pengendalian total emisi (*total emission control*) (Maula [no date]). Selain itu, regulasi ini juga mencakup pengawasan kualitas udara secara berkala serta tanggung jawab hukum pelaku usaha, termasuk kewajiban ganti rugi apabila terjadi kerugian akibat pencemaran.

Dari aspek struktural, perbedaan antara Indonesia dan Jepang semakin terlihat pada sistem pengawasan dan kelembagaan. Di Indonesia, pengawasan terhadap pencemaran udara masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan sumber daya manusia, lemahnya koordinasi antar lembaga, serta kurangnya integrasi data lingkungan. Hal ini menyebabkan proses monitoring kualitas udara tidak berjalan secara optimal dan seringkali bersifat reaktif, bukan preventif. Penelitian menunjukkan bahwa lemahnya sistem pengawasan menjadi salah satu faktor utama tidak efektifnya implementasi kebijakan pengendalian pencemaran udara di Indonesia (Muhammad [no date]). Sebaliknya, Jepang telah mengembangkan sistem pengawasan yang terintegrasi antara pemerintah pusat dan daerah, yang didukung oleh teknologi pemantauan kualitas udara secara *real-time*. Sistem ini memungkinkan pemerintah untuk melakukan deteksi dini terhadap peningkatan polusi serta mengambil langkah pengendalian secara cepat dan tepat. Selain itu, kewajiban pelaporan bagi pelaku usaha juga menjadi instrumen penting dalam memastikan transparansi dan akuntabilitas dalam pengendalian pencemaran.

Dalam dimensi penegakan hukum, Indonesia masih menghadapi kesenjangan antara *law in books* dan *law in action*. Penegakan hukum lingkungan di Indonesia mencakup upaya pencegahan dan penindakan yang bersifat kompleks, karena melibatkan berbagai cabang hukum seperti administrasi, perdata, pidana, perpajakan, hingga hukum internasional dalam menangani pelanggaran lingkungan hidup (Majid et al. 2024). Namun, penerapannya seringkali tidak konsisten dan kurang memberikan efek jera. ermasalahan tersebut menunjukkan adanya kelemahan struktural dalam penegakan hukum lingkungan yang berdampak pada rendahnya tingkat kepatuhan terhadap regulasi (Putro et al. 2024). Bahkan dalam kasus pencemaran udara di perkotaan, negara dinilai belum sepenuhnya memenuhi kewajibannya dalam melindungi hak masyarakat atas lingkungan hidup yang baik dan sehat. Sebaliknya, Jepang menerapkan pendekatan penegakan hukum yang lebih tegas dan konsisten. Dalam praktiknya, *Air Pollution Control Act* memberikan dasar hukum yang jelas untuk penjatuhan sanksi serta mendorong penerapan prinsip tanggung jawab mutlak (*strict liability*) dalam pengendalian pencemaran udara (*Air Pollution Control Act*, 1968). Dengan demikian, pelaku usaha memiliki insentif yang kuat untuk mematuhi standar lingkungan yang ditetapkan, karena risiko hukum yang dihadapi bersifat nyata dan dapat diprediksi.

Selanjutnya, dalam aspek partisipasi publik, di Indonesia, partisipasi ini telah diakomodasi melalui hak atas informasi lingkungan dan mekanisme *citizen lawsuit*. Namun, dalam praktiknya, efektivitasnya masih terbatas akibat kendala akses informasi, kompleksitas prosedur hukum, serta lemahnya posisi masyarakat dalam penegakan hukum. Selain itu, meskipun masyarakat telah mengajukan gugatan terkait pencemaran udara, implementasi putusan pengadilan seringkali belum optimal. Hal ini menunjukkan bahwa partisipasi publik belum sepenuhnya direspons secara efektif oleh negara (Zaman 2023). Di Jepang, partisipasi publik didukung oleh transparansi data kualitas udara dan sistem monitoring yang terbuka. Masyarakat dapat mengakses informasi secara mudah dan berperan aktif dalam pengawasan, sehingga mendorong kepatuhan pemerintah dan pelaku usaha terhadap regulasi lingkungan.

Lebih lanjut, dalam perspektif hukum internasional, Jepang menunjukkan tingkat integrasi yang lebih baik antara hukum nasional dan komitmen global, khususnya dengan Protokol Kyoto. *Air Pollution Control Act* tidak hanya berfungsi sebagai instrumen pengendalian pencemaran udara domestik, tetapi juga sebagai sarana untuk mendukung pengurangan emisi gas rumah kaca. Hal ini mencerminkan adanya harmonisasi antara kebijakan lingkungan nasional dengan kewajiban internasional. Di Indonesia meskipun

telah meratifikasi Protokol Kyoto, masih menghadapi tantangan dalam menginternalisasikan komitmen tersebut ke dalam kebijakan nasional secara konkret. Regulasi yang ada belum sepenuhnya mengintegrasikan pengendalian pencemaran udara dengan strategi mitigasi perubahan iklim, sehingga kebijakan yang dihasilkan cenderung bersifat sektoral dan tidak terkoordinasi.

Integrasi antara *Air Pollution Control Act* dengan komitmen dalam Protokol Kyoto menunjukkan adanya harmonisasi antara hukum nasional dan hukum internasional. Jepang tidak hanya menjadikan regulasi domestik sebagai alat pengendalian pencemaran udara lokal, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam memenuhi kewajiban global terkait perubahan iklim. Hal ini mencerminkan bahwa efektivitas implementasi perjanjian internasional sangat bergantung pada kekuatan dan konsistensi regulasi nasional. Dalam konteks Indonesia, urgensi penguatan regulasi ini menjadi semakin nyata mengingat pembangunan berkelanjutan pada hakikatnya harus mengintegrasikan pemanfaatan sumber daya alam dengan kelestarian lingkungan demi menjamin kualitas hidup generasi mendatang (Fransiska et al. 2024). Namun, praktik pembangunan sering kali masih bersifat antroposentris, di mana kepentingan ekonomi cenderung mengabaikan daya dukung ekosistem yang pada akhirnya memperburuk polusi udara. Maka, kebijakan strategis seperti pembangunan infrastruktur masif maupun pemindahan ibu kota negara wajib menginternalisasi prinsip perlindungan lingkungan guna mencegah kerusakan lahan dan penurunan kualitas udara yang lebih ekstrem (Herjuno Putro, n.d.).

Lebih lanjut, keberhasilan Jepang dalam mengendalikan polusi udara memberikan pelajaran berharga bahwa standar emisi hanya akan efektif jika didukung oleh penegakan hukum yang konsisten, baik melalui tindakan preventif maupun represif. Di Indonesia, tantangan utama masih terletak pada aspek pengawasan dan profesionalisme aparat yang sering kali belum optimal dalam mengawal implementasi Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009. Dengan melakukan kajian komparatif terhadap *Air Pollution Control Act* Jepang, Indonesia dapat mengadopsi model internalisasi prinsip internasional ke dalam regulasi nasional yang lebih terintegrasi. Hal ini penting untuk memastikan bahwa pembangunan nasional tidak hanya mengejar pertumbuhan ekonomi, tetapi juga selaras dengan komitmen global dalam memitigasi perubahan iklim dan melindungi hak masyarakat atas udara bersih secara berkelanjutan (Ulum et al. 2024).

Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa keunggulan Jepang terletak pada tingkat operasionalisasi norma hukum, efektivitas sistem pengawasan, konsistensi penegakan hukum, serta integrasi dengan hukum internasional. Sementara itu, kelemahan Indonesia terletak pada aspek implementasi, kelembagaan, serta belum optimalnya harmonisasi kebijakan lingkungan. Oleh karena itu, *Air Pollution Control Act* Jepang dapat dijadikan sebagai model dalam penguatan regulasi pengendalian pencemaran udara di Indonesia melalui beberapa langkah strategis. Pertama, penyusunan standar emisi yang lebih spesifik dan berbasis sektor. Kedua, penguatan sistem monitoring berbasis teknologi dan data. Ketiga, peningkatan efektivitas penegakan hukum melalui penerapan sanksi yang konsisten. Keempat, integrasi kebijakan nasional dengan komitmen internasional seperti Protokol Kyoto. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan Indonesia dapat membangun sistem hukum lingkungan yang lebih efektif, adaptif, dan berkelanjutan.

### **3.2 Dampak Protokol Kyoto terhadap perkembangan dan implementasi *Air Pollution Control Law* Jepang, serta relevansinya dalam pembentukan dan penguatan kebijakan pengendalian pencemaran udara di Indonesia**

Pembentukan rezim hukum lingkungan internasional tidak dapat terlepas dari meningkatnya kekhawatiran global terhadap perubahan iklim yang bersifat lintas batas

dan kompleks. Dalam konteks ini, Protokol Kyoto menjadi tonggak penting yang menandai pergeseran dari komitmen normatif menuju kewajiban hukum yang lebih konkret. Protokol ini diadopsi pada 11 Desember 1997 dan mulai berlaku pada 16 Februari 2005 setelah melalui proses ratifikasi dan telah diratifikasi oleh 192 pihak. Secara substansial, Protokol Kyoto mengoperasionalkan *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) dengan menetapkan kewajiban yang mengikat bagi negara-negara industri dan ekonomi transisi untuk membatasi serta mengurangi emisi gas rumah kaca (GHG) berdasarkan target yang telah disepakati. Berlandaskan prinsip *common but differentiated responsibilities and respective capabilities*, protokol ini menempatkan beban yang lebih besar pada negara maju, dengan target pengurangan rata-rata sebesar 5 persen dibandingkan tingkat emisi tahun 1990 dalam periode komitmen pertama (2008–2012) (UNNFC, n.d.-a).

Implikasi dari rezim tersebut tidak hanya terbatas pada kebijakan perubahan iklim, tetapi juga berdampak pada perkembangan hukum pengendalian pencemaran udara di tingkat nasional, mengingat keterkaitan erat antara sumber emisi GHG dan polutan udara konvensional. Dalam hal ini, Jepang sebagai negara maju dan pihak Annex I terdorong untuk melakukan transformasi kebijakan domestik, termasuk penguatan *Air Pollution Control Act* Jepang, guna memenuhi komitmen internasionalnya. Sebaliknya, Indonesia sebagai negara berkembang tidak memiliki kewajiban pengurangan emisi yang mengikat secara langsung, namun tetap dipengaruhi oleh dinamika tersebut melalui berbagai mekanisme global. Perbedaan posisi ini menjadikan analisis komparatif antara Jepang dan Indonesia relevan untuk menilai sejauh mana Protokol Kyoto berkontribusi terhadap perkembangan dan implementasi kebijakan pengendalian pencemaran udara, serta bagaimana pembelajaran dari Jepang dapat diadaptasi dalam konteks rezim hukum lingkungan di Indonesia.

Sebagai salah satu negara industri maju yang termasuk dalam kategori Annex I, Jepang merupakan pihak yang turut meratifikasi dan terikat secara langsung oleh Protokol Kyoto (UNFCCC, n.d.-b). Keterikatan ini tidak hanya bersifat formal dalam kerangka hukum internasional, tetapi juga menuntut adanya penyesuaian kebijakan domestik guna memenuhi target pengurangan emisi yang telah disepakati. Dalam praktiknya, komitmen tersebut mendorong Jepang untuk memperkuat instrumen hukum nasional di bidang lingkungan, termasuk melalui optimalisasi *Air Pollution Control Act* Jepang sebagai salah satu regulasi kunci dalam pengendalian emisi. Meskipun Undang-undang mengenai *Air Pollution Control Act* di Jepang telah ada lebih dulu dari terbentuknya Protokol Kyoto, setelah dilakukannya proses pengesahan dan ratifikasi Protokol Kyoto, Jepang memperkuat regulasinya untuk memenuhi target pengurangan gas rumah kaca (GRK) dengan mengubah UU terkait pengendalian polusi udara dan memperkenalkan peraturan baru yang saling melengkapi dan lebih relevan.

Meskipun penguatan *Air Pollution Control Act* Jepang pasca-ratifikasi Protokol Kyoto menunjukkan adanya dorongan signifikan dari rezim hukum internasional, penting untuk dipahami bahwa fondasi keberhasilan pengendalian pencemaran udara di Jepang telah terbentuk jauh sebelum komitmen global tersebut diberlakukan sejak periode 1950-an–1970-an (Ito et al. 2021). Dengan demikian, Protokol Kyoto lebih tepat dipahami sebagai katalisator yang mempercepat dan memperkuat kebijakan domestik yang telah berkembang sebelumnya.

Dalam konteks ini, pengalaman historis Jepang sebagaimana diuraikan dalam kajian *successful Air Pollution Control in Japan: History and Implications* menjadi relevan untuk menunjukkan bahwa keberhasilan tersebut merupakan hasil proses panjang yang melibatkan pembaruan regulasi, peningkatan kapasitas kelembagaan, serta respons

terhadap tekanan sosial dari masyarakat. Dalam kajian tersebut ditegaskan bahwa keberhasilan Jepang yang sering disebut sebagai "*pollution miracle*" tidak hanya bertumpu pada intervensi hukum di tingkat nasional, tetapi juga pada sinergi antara pemerintah pusat dan daerah, sektor industri, serta partisipasi publik yang didukung oleh ketersediaan data ilmiah yang transparan. Oleh karena itu, ketika Protokol Kyoto mulai berlaku, Jepang telah memiliki basis kebijakan dan infrastruktur yang memadai untuk memenuhi kewajiban pengurangan emisi secara lebih efektif. Hal ini menunjukkan bahwa rezim hukum internasional tidak bekerja secara terpisah, melainkan memperkuat dinamika domestik yang sudah ada sebelumnya (Bianchi et al. [no date]).

Selanjutnya, dalam masa pasca berlakunya Protokol Kyoto, Jepang semakin memperkuat implementasi *Air Pollution Control Act* melalui pendekatan yang lebih terintegrasi dan berbasis sektoral. Penguatan ini terlihat, antara lain, pada pengetatan standar emisi di sektor transportasi dengan diberlakukannya regulasi emisi baru pada tahun 2016 yang berkontribusi signifikan terhadap penurunan konsentrasi nitrogen oksida (NOx) serta berbagai polutan turunan lainnya yang berkaitan dengan aktivitas kendaraan bermotor (Xing et al. 2021). Kebijakan tersebut tidak hanya berfokus pada pembatasan emisi dari sumber bergerak, tetapi juga diiringi dengan pengembangan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan serta penerapan standar bahan bakar yang lebih bersih (Nishitateno et al. 2024). Dalam praktiknya, pengendalian emisi di sektor transportasi ini menjadi salah satu instrumen kunci dalam menekan pencemaran udara di kawasan perkotaan yang memiliki tingkat mobilitas tinggi.

Selain itu, perkembangan kebijakan pasca Protokol Kyoto juga ditandai dengan pergeseran menuju sistem pengendalian kualitas udara yang lebih berbasis target dan terukur. Jepang menetapkan standar kualitas udara ambien yang semakin ketat, termasuk standar partikulat halus (PM2.5) yang diberlakukan secara nasional sejak 2009 dan menunjukkan tingkat pencapaian yang signifikan hingga mencapai kepatuhan luas pada tahun 2021 (Itahashi and Uno 2024). Keberhasilan ini tidak terlepas dari penguatan sistem pemantauan lingkungan yang berbasis data serta integrasi antara kebijakan pengendalian pencemaran udara dengan strategi mitigasi perubahan iklim secara lebih luas.

Lebih lanjut, penguatan *Air Pollution Control Act* pada periode ini juga mencerminkan adanya pergeseran paradigma dari pendekatan yang bersifat reaktif menuju pendekatan yang lebih preventif dan sistemik. Regulasi tidak lagi hanya difokuskan pada penanggulangan pencemaran yang telah terjadi, melainkan diarahkan pada pencegahan melalui pengendalian sumber emisi sejak awal, integrasi lintas sektor, serta pemanfaatan inovasi teknologi lingkungan. Pendekatan ini menunjukkan bahwa Jepang berhasil mengadaptasi kerangka hukum nasionalnya agar selaras dengan tuntutan rezim internasional tanpa mengabaikan karakteristik domestik yang telah berkembang sebelumnya. Dengan demikian, pengalaman Jepang pasca Protokol Kyoto memperlihatkan bagaimana penguatan regulasi tidak hanya terjadi pada tataran normatif, tetapi juga pada efektivitas implementasi yang didukung oleh kapasitas kelembagaan, kemajuan teknologi, serta partisipasi berbagai pemangku kepentingan.

Dalam konteks Indonesia, pengalaman Jepang menunjukkan bahwa keberhasilan pengendalian pencemaran udara tidak hanya bergantung pada keberadaan regulasi, tetapi juga pada konsistensi implementasi serta integrasi kebijakan lintas sektor. Meskipun Indonesia telah memiliki kerangka hukum yang cukup komprehensif melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, tantangan utama masih terletak pada lemahnya penegakan hukum, keterbatasan sistem pemantauan kualitas udara, serta belum optimalnya koordinasi

antar sektor dan belum mengacu pada satu aturan utama yang terpadu (Mahardhika et al. 2024). Dalam hal ini, pendekatan Jepang yang menekankan pengendalian emisi sejak sumbernya yang juga didukung oleh sistem pemantauan berbasis data dan transparansi informasi, menjadi model yang relevan untuk diadaptasi dalam memperkuat efektivitas kebijakan di Indonesia.

Dalam hal upaya optimalisasi penegakan hukum lingkungan di Indonesia, diperlukan adanya suatu strategi komprehensif yang berfungsi sebagai langkah keluar (*exit strategy*) untuk menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan. Upaya ini dapat dilakukan melalui penguatan integrasi dan koordinasi antar sektor dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan hidup. Selain itu, diperlukan penerapan sanksi yang tegas dan efektif terhadap pelaku usaha, khususnya perusahaan pengelola limbah yang tidak patuh terhadap ketentuan peraturan perundang-undangan (Ma'Ruf 2021). Dalam hal ditemukan indikasi tindak pidana lingkungan, aparat penegak hukum harus mampu bertindak secara tegas terhadap pihak yang bertanggung jawab. Di sisi lain, peningkatan partisipasi publik, transparansi, serta demokratisasi dalam pengelolaan lingkungan juga menjadi faktor penting, mengingat pengelolaan lingkungan melibatkan peran pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat secara seimbang (Prayoga et al. 2024). Dengan demikian, penguatan penegakan hukum terhadap setiap kegiatan usaha yang berpotensi membebani lingkungan menjadi krusial guna menjamin hak setiap orang atas lingkungan hidup yang baik dan sehat serta menjaga kelestarian fungsi lingkungan secara berkelanjutan.

Sebagai penutup, dapat ditegaskan bahwa dampak Protokol Kyoto terhadap perkembangan dan implementasi *Air Pollution Control Act* di Jepang tidak hanya bersifat normatif, tetapi juga mendorong penguatan nyata pada aspek kelembagaan, teknis, dan penegakan hukum. Berbagai studi menunjukkan bahwa keberhasilan Jepang dalam mengendalikan pencemaran udara didukung oleh kebijakan yang konsisten serta sistem pemantauan berbasis data ilmiah yang memungkinkan identifikasi sumber polutan secara akurat dan evaluasi kebijakan secara berkelanjutan.

Bagi Indonesia, pembelajaran utama dari pengalaman tersebut terletak pada pentingnya mentransformasikan komitmen global ke dalam kebijakan nasional yang tidak hanya komprehensif secara normatif, tetapi juga efektif secara implementatif. Hal ini mencakup penguatan penegakan hukum, integrasi lintas sektor, serta pengembangan sistem pemantauan kualitas udara yang berbasis data dan transparan. Dengan mengadopsi pendekatan yang telah terbukti cukup efektif di Jepang, Indonesia memiliki peluang untuk meningkatkan efektivitas kebijakan pengendalian pencemaran udara sekaligus menjamin perlindungan hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat secara berkelanjutan.

#### **4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis komparatif, dapat disimpulkan bahwa pengendalian pencemaran udara di Jepang melalui *Air Pollution Control Act* menunjukkan tingkat efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan Indonesia, baik dari aspek normatif, struktural, maupun implementatif. Jepang berhasil mengoperasionalkan norma hukum lingkungan ke dalam aturan yang konkret, terukur, dan berbasis sektor, serta didukung oleh sistem pengawasan yang terintegrasi, pemanfaatan teknologi pemantauan kualitas udara secara *real-time*, dan penegakan hukum yang konsisten. Sebaliknya, Indonesia meskipun telah memiliki kerangka hukum yang cukup komprehensif melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009, masih menghadapi kendala pada tataran implementasi,

khususnya terkait lemahnya penegakan hukum, keterbatasan sistem monitoring, serta belum optimalnya koordinasi lintas sektor.

Lebih lanjut, Kyoto Protocol terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap perkembangan dan penguatan kebijakan pengendalian pencemaran udara di Jepang. Namun, pengaruh tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan berperan sebagai katalisator yang mempercepat penguatan sistem hukum nasional yang telah lebih dahulu berkembang. Jepang mampu mengintegrasikan komitmen internasional ke dalam kebijakan domestik secara efektif, sehingga *Air Pollution Control Act* tidak hanya berfungsi sebagai instrumen pengendalian pencemaran udara, tetapi juga sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim yang lebih luas. Sementara itu, Indonesia meskipun telah meratifikasi Protokol Kyoto, masih menghadapi tantangan dalam menginternalisasikan komitmen tersebut ke dalam kebijakan nasional secara konkret dan terintegrasi. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan pengendalian pencemaran udara tidak hanya ditentukan oleh keberadaan regulasi, tetapi juga oleh konsistensi implementasi, kekuatan kelembagaan, serta integrasi kebijakan antara tingkat nasional dan internasional. Oleh karena itu, sebagai kontribusi praktis, Indonesia perlu melakukan penguatan regulasi lingkungan melalui penyusunan standar emisi yang lebih spesifik, pengembangan sistem pemantauan berbasis teknologi dan data, peningkatan efektivitas penegakan hukum, serta harmonisasi kebijakan nasional dengan komitmen global.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, P.A., Uzaimah, L. and Rajib, R.K. 2024. Implementasi Hukum Lingkungan Dalam Pengelolaan Sampah Pasca Banjir Untuk Pemulihan Lingkungan Yang Berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. doi: <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9332>.
- Bianchi, A., Cruz, R. and Nakamura, M. [no date]. *Local Approaches to Environmental Compliance Japanese Case Studies and Lessons for Developing Countries Edited by*.
- Fransiska, G. et al. 2024. KRISIS AIR MENANGANI PENYEDIAAN AIR BERSIH DI DUNIA YANG SEMAKIN KEKURANGAN SUMBER DAYA. *Jurnal Ilmiah Research Student* 1(5), pp. 334–341. Available at: <https://doi.org/10.61722/jirs.v1i5.1373>.
- Hanum, N.R., Widyaningsih, M. and Rajib, R.K. 2024. Implikasi Penegakan Hukum Lingkungan Upaya Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan (Studi Kasus Kebakaran Hutan). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*. doi: : <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9324>.
- Itahashi, S. and Uno, I. 2024. Dramatic improvement of aerosol pollution status over the East Asian ocean: from the establishment of Japanese environmental quality standard for PM2.5 in 2009 to its achievement in 2021. *Environmental Research Letters* 19(4). doi: 10.1088/1748-9326/ad37ce.
- Ito, A., Wakamatsu, S., Morikawa, T. and Kobayashi, S. 2021. 30 years of air quality trends in Japan. *Atmosphere* 12(8). doi: 10.3390/atmos12081072.
- Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2303 U.N.T.S. 162. Air Pollution Control Act.
- Mahardhika, Z.M., Hapsari, I.M. and Rajib, R.K. 2024. Urgensi Reformasi Hukum Lingkungan Terhadap Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Pembangunan* 19(2), pp. 235–244. doi: 10.47441/jkp.v19i2.376.
- Majid, N.S., Setyaningsih, R. and Rajib, R.K. 2024. PENYELESAIAN SENGKETA LINGKUNGAN DITINJAU DARI HUKUM PERDATA MELALUI GUGATAN CLASS

- ACTION. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik* 1(3), pp. 263–268. Available at: <https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1414>.
- Ma'Ruf, A. 2021. Legal Aspects of Environment in Indonesia: an Efforts to Prevent Environmental Damage and Pollution. *Journal of Human Rights, Culture and Legal System* 1(1), pp. 18–31. doi: 10.53955/jhcls.v1i1.4.
- Maula, G.M. [no date]. *Efektivitas Implementasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Udara di Indonesia*.
- Muhammad, T.S.W.A.M.A.A.D.N.R. [no date]. PERAN PEMERINTAH DALAM MENANGANI PENCEMARAN UDARA BERDASARKAN UNDANG-UNDANG LINGKUNGAN HIDUP. *JOURNAL OF ISLAMIC AND LAW STUDIES* Vol. 7, No. 2, 2023,. doi: <https://dx.doi.org/10.18592/jils.v4i1.xxxx>.
- Nishitateno, S., Burke, P.J. and Arimura, T.H. 2024. Road traffic flow and air pollution concentrations: evidence from Japan. *International Journal of Economic Policy Studies* 18(2), pp. 357–385. doi: 10.1007/s42495-024-00132-4.
- Nurhayati, Y., Said, My., Hukum, F., Lambung Mangkurat JI Brigjen Hasan Basry, U., Banjarmasin, K., Brigjen Hasan Basri Komplek Polsek Banjarmasin Utara Jalur, J.H. and Kalimantan Selatan, P. 2021. METODOLOGI NORMATIF DAN EMPIRIS DALAM PERSPEKTIF ILMU HUKUM *Jurnal Penegakan Hukum Indonesia (JPHI)*.
- Oemar Atallah and Rayi Kharisma Rajib. 2024. IMPLEMENTASI FOOD ESTATE SEBAGAI TANTANGAN MENJAGA KETAHANAN PANGAN DAN MELESTARIKAN LINGKUNGAN. *JURNAL ILMIAH PENELITIAN MAHASISWA* 2(3), pp. 72–80. doi: 10.61722/jipm.v2i3.57.
- Prayoga, W.B., Manullang, N.A. and Rajib, R.K. 2024. Kesehatan Masyarakat Dalam Kerusakan Lingkungan :Upaya Mengatasi Polusi Dalam Kerusakan Lingkungan dan Keberagam Hayati di Jakarta. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember 2024*(2), pp. 810–817.
- Putro, H., Rosadi, D.I., Pabriananta, R. and Rajib, R.K. 2024. Melangkah Menuju Lingkungan yang Berkelanjutan: Tantangan dan Solusi untuk Masa Depan Bumi. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*. doi: <https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1368>.
- Setyawan, I.H., Kurnia, M.E. and Rajib, R.K. 2024. Dinamika Hukum Lingkungan Didalam Konsep Pelaksanaan Berkelanjutan Di Indonesia. *Politika Progresif: Jurnal Hukum, Politik dan Humaniora* 1(2), pp. 193–201. doi: 10.62383/progres.v1i2.269.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (n.d.-a) *The Kyoto Protocol*. Available at: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol> (Accessed: 18 April 2026).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (n.d.-b) *Parties to the Convention and Observer States*. Available at: [https://unfccc.int/process/parties-non-party-stakeholders/parties-convention-and-observer-states?field\\_national\\_communications\\_target\\_id%5B515%5D=515](https://unfccc.int/process/parties-non-party-stakeholders/parties-convention-and-observer-states?field_national_communications_target_id%5B515%5D=515) (Accessed: 18 April 2026).
- Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004 tentang Pengesahan Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 72, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4403.
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059.

- Ulum, M.R., Maret Tan, C. and Rajib, R.K. 2024. Peran Pemerintah Indonesia Dalam Mengatasi Kerusakan Lingkungan Sebagai Dampak Pemindahan Ibu Kota Negara di Tinjauan Dari Undang-Undang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember 2024*(24), pp. 34–48.
- World Health Organization (n.d.) *Air Pollution*. Available at: [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1) (Accessed: 29 April 2026).
- Xing, W. et al. 2021. Variations in traffic-related water-soluble inorganic ions in PM2.5 in Kanazawa, Japan, after the implementation of a new vehicle emission regulation. *Atmospheric Pollution Research* 12(12). doi: 10.1016/j.apr.2021.101233.
- Zaman, M.N.U. 2023. Citizens Lawsuit: Development And Its Implementation In Environmental Law Enforcement In Indonesia (Case Study: High Court Decision No. 549/Pdt/2022/PT DKI Concerning Citizens Lawsuit for DKI Jakarta Air Pollution). 3, p. 137. doi: 10.23920/litra.v1i1.587.