

Mengungkap Risiko Tersembunyi Paparan PM_{2.5} pada Anak Usia Sekolah di Jakarta

RISALAH KEBIJAKAN

Foto: Siswa peserta studi mengenakan sensor udara portabel, mengamati lingkungan sekitarnya dan mencatat sumber polusi yang ditemui.

Studi ini dilakukan oleh:

Didukung oleh:



Vital
Strategies

Breathe
Cities

Pernyataan

Studi ini dilaksanakan melalui kolaborasi dan kontribusi dari Universitas Padjadjaran, Vital Strategies, Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta, dan Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta, dengan dukungan dari Breathe Cities. Studi ini diteliti dan ditulis oleh Dwi Agustian², Ginanjar Syuhada¹, Qisty Afifah Noviyanti¹, Sumi Mehta¹, dan Imelda Maidir¹. Analisis data didukung oleh Meenakshi Kushwaha¹. Risalah kebijakan ini diadaptasi dan didesain oleh Adellyn Dwitara¹, serta disunting dan ditinjau oleh Ally Davis¹ dan Karen Schmidt¹. Studi ini disupervisi oleh Rahmat Aji Pramono³, Sri Puji Wahyuni³, Savitri Handayana³, Ani Ruspitawati³, Turman⁴, Jaanan⁴, dan Wahyono⁴.

Kami menyampaikan terima kasih kepada kepala sekolah, guru, dan staf SD Negeri Johar Baru 10 Pagi dan SD Negeri Kebayoran Lama Utara 03 atas dukungan mereka sebagai sekolah peserta dalam studi ini. Yang utama, kami mengucapkan terima kasih kepada 51 ilmuwan muda—para siswa yang rasa ingin tahu dan dedikasinya telah berperan penting dalam terlaksananya studi ini.

Kami juga menyampaikan apresiasi kepada program Hi ASAP Initiative, yang dipimpin oleh Candice Lung, atas penyediaan alat *personal low-cost sensor* yang digunakan dalam studi ini, serta kepada Prof. Puji Lestari atas dukungan berharga yang diberikan; kontribusi mereka sangat penting dalam proses pengumpulan data penelitian ini.

Studi ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Universitas Padjadjaran dengan nomor persetujuan etik 378/UN6.KEP/EC/2025 pada 5 Mei 2025. Seluruh siswa yang berpartisipasi telah menyerahkan lembar persetujuan tertulis yang ditandatangani oleh orang tua atau wali sahnyanya.

Afiliasi:

1. Vital Strategies
2. Universitas Padjadjaran
3. Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta
4. Dinas Pendidikan Provinsi DKI Jakarta

Kutipan yang disarankan:

Agustian, D.; Syuhada, G.; Noviyanti, Q.; Dwitara, A.; Mehta, S. Risalah Kebijakan: Mengungkap Risiko Tersembunyi Paparan PM_{2.5} pada Anak Usia Sekolah di Jakarta. Vital Strategies. New York, NY. 2026. Accessible at: www.vitalstrategies.org/resources/personal-exposure-study-in-jakarta

Narahubung:

Sumi Mehta, Vice President of Environmental, Climate, and Urban Health, Vital Strategies
smehta@vitalstrategies.org

Tentang Breathe Cities:

Breathe Cities adalah inisiatif global yang mendukung kota-kota untuk meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Program ini didukung oleh Bloomberg Philanthropies, Clean Air Fund, dan C40 Cities, serta diimplementasikan bersama Vital Strategies di Jakarta. Inisiatif ini membantu kota mengambil langkah ambisius dalam pengendalian polusi udara melalui peningkatan akses terhadap data dan peningkatan kesadaran publik. Diluncurkan pada tahun 2023 oleh Michael R. Bloomberg, Utusan Khusus Sekretaris Jenderal PBB untuk Ambisi dan Solusi Iklim sekaligus pendiri Bloomberg Philanthropies, serta Sadiq Khan, Wali Kota London dan Co-Chair C40 Cities, Breathe Cities saat ini mendukung percepatan aksi di 14 kota untuk meningkatkan kualitas udara bagi 77 juta penduduk. Untuk mempelajari lebih lanjut, kunjungi [laman](#) Breathe Cities atau ikuti [Instagram](#) dan [LinkedIn](#).



Foto: Anak-anak bermain di luar ruangan di salah satu sekolah lokasi studi, dengan asap dari pembakaran sampah terbuka terlihat di latar belakang.

Anak-anak di Jakarta terpapar polusi udara sepanjang hari—sering kali lebih tinggi dari yang tercatat oleh stasiun pemantauan kualitas udara.

Studi ini menunjukkan bahwa paparan polusi udara pada anak tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas udara luar ruang, tetapi juga oleh aktivitas sehari-hari dan sumber polusi di rumah. Asap rokok, pembakaran sampah, dan aktivitas memasak menjadi sumber utama lainnya. Untuk melindungi anak-anak, dibutuhkan kebijakan penurunan emisi, perbaikan lingkungan rumah tangga, dan penguatan sistem peringatan dini berbasis kesehatan.

Permasalahan

Polusi udara di Jakarta telah menyebabkan beban kesehatan dan ekonomi yang tinggi [1]. Pada tahun 2024, Jakarta mengalami 90 hari dengan kualitas udara yang tidak sehat, menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi kelompok rentan terhadap dampak udara tidak sehat, termasuk anak-anak [2]. Meskipun Jakarta telah memasang Stasiun Pemantauan Kualitas Udara (SPKU) untuk memantau polusi udara luar ruang (ambien), data tersebut belum sepenuhnya mencerminkan paparan aktual yang dialami anak dalam aktivitas sehari-hari [3-5]. Oleh karena itu, studi ini menggunakan sensor personal untuk mengukur paparan $PM_{2.5}$ (partikulat halus di udara) selama 24 jam, dengan tujuan memetakan pola paparan pada anak usia sekolah, mengevaluasi variasi paparan di berbagai lingkungan mikro, serta mengidentifikasi persepsi siswa terhadap sumber polusi udara yang mereka amati.



Stasiun pemantauan kualitas udara Jakarta yang dipasang di lingkungan sekolah.

Mengapa Isu dan Kajian Ini Penting

Studi ini memberikan bukti baru untuk mendorong kebijakan yang secara langsung mengurangi paparan polusi udara dan melindungi kesehatan anak-anak, karena:

- Anak memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap polusi udara. Sistem pernapasan mereka masih berkembang dan laju pernapasan lebih cepat, sehingga dapat menghirup polutan lebih banyak [6].
- Paparan jangka pendek maupun jangka panjang berkaitan dengan gangguan fungsi paru dan peningkatan risiko asma kronis [7-11].
- Paparan personal dipengaruhi oleh tempat anak menghabiskan waktu (di rumah, di sekolah, dan selama perjalanan), bukan hanya oleh tingkat kualitas udara ambien [12-15].

Pendekatan



Peserta

51 siswa sekolah dasar



Periode Studi

Juli 2025–Januari 2026



Lokasi Studi

Dua sekolah dasar negeri di Jakarta Pusat dan Jakarta Selatan



Sains Warga—Ilmuwan Junior

Setiap siswa membawa sensor pribadi selama 24 jam pada satu hari sekolah dan mencatat aktivitas harian serta sumber polusi yang mereka temui.

Temuan Utama



4 DARI 5 ANAK TERPAPAR POLUSI UDARA YANG TINGGI

Sekitar 4 dari 5 anak dalam studi ini mengalami paparan $PM_{2.5}$ yang tinggi ($\geq 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) selama periode 24 jam, melampaui baku mutu kualitas udara harian yang diatur di Indonesia ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [16].



TIDAK ADA WAKTU YANG BENAR-BENAR AMAN DALAM SEHARI

Paparan $PM_{2.5}$ di atas baku mutu terjadi sepanjang hari, dengan puncak tercatat antara pukul 23.00 dan 01.00.



SEBAGIAN BESAR PAPARAN TERJADI DI RUMAH

Paparan $PM_{2.5}$ terjadi di berbagai lingkungan sehari-hari, dengan rumah sebagai lokasi utama—tempat anak menghabiskan sekitar 70% waktunya.



PERJALANAN PAGI KE SEKOLAH MEMILIKI RISIKO PAPARAN TERTINGGI

Perjalanan pagi ke sekolah menjadi momen paling berisiko bagi anak-anak untuk terpapar $PM_{2.5}$ di atas baku mutu harian nasional ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) akibat kemacetan dan polusi lalu lintas.



SUMBER UTAMA LAINNYA DARI POLUSI DI RUMAH TANGGA MELIPUTI ASAP ROKOK, PEMBAKARAN SAMPAH TERBUKA, DAN AKTIVITAS MEMASAK

Asap rokok meningkatkan paparan $PM_{2.5}$ harian anak sekitar $+17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ —lebih tinggi dibandingkan sumber emisi lain yang diidentifikasi oleh siswa.

Rekomendasi Kebijakan

PERKUAT KOLABORASI LINTAS SEKTOR DALAM PENGENDALIAN KUALITAS UDARA

- Memberdayakan kader kesehatan untuk menyampaikan edukasi polusi udara dalam kegiatan rutin masyarakat (misalnya Posyandu), terutama terkait sumber polusi dari kegiatan rumah tangga.
- Mengintegrasikan isu polusi udara dan kesehatan ke dalam kurikulum sekolah untuk mendorong perilaku perlindungan sejak usia dini.
- Menerapkan kawasan rendah emisi di sekitar sekolah serta memperkuat penegakan larangan pembakaran terbuka di sekitar permukiman.

LINDUNGI ANAK PADA WAKTU DAN LOKASI BERISIKO TINGGI

- Mengelola lalu lintas di sekitar sekolah, membatasi kendaraan berat, dan memperbaiki jalur pejalan kaki.
- Mendorong penggunaan masker ketika melakukan perjalanan pada hari dengan kualitas udara buruk.
- Menyesuaikan jadwal kegiatan luar ruang di sekolah saat tingkat polusi tinggi.

ATASI KETIMPANGAN PAPARAN

- Data paparan personal dapat menjadi dasar pembuatan kebijakan untuk melindungi kelompok rentan.

PERLUAS PENDEKATAN SAINS WARGA

- Mengintegrasikan pendekatan sains warga dalam program pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran melalui pengalaman langsung.
- Melibatkan siswa, orang tua, dan masyarakat sebagai pemantau kualitas udara di lingkungan.
- Menghubungkan data dari komunitas dengan sistem pemantauan resmi untuk mendukung kebijakan.

PERKUAT SISTEM PERINGATAN DINI

- Mengembangkan pemantauan dan prakiraan kualitas udara secara seketika yang dimanfaatkan lintas instansi.
- Memberikan peringatan kepada sekolah dan fasilitas kesehatan saat terjadi episode polusi tinggi.
- Menyiapkan layanan kesehatan untuk menangani peningkatan penyakit pernapasan saat tingkat polusi tinggi.

Referensi

1. Syuhada, G.; Akbar, A.; Hardiawan, D.; Pun, V.; Darmawan, A.; Heryati, S.; Siregar, A.; Kusuma, R.; Driejana, R.; Ingole, V.; et al. Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20, 2916, doi:10.3390/ijerph20042916.
2. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta Laporan Akhir Kegiatan Pemantauan Kualitas Udara Provinsi DKI Jakarta; Jakarta, 2024.
3. Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta DLH Imbau Warga Pantau Kualitas Udara Jakarta Dari Sumber Terpercaya Available online: <https://lingkunganhidup.jakarta.go.id/detail-artikel/dlh-imbau-warga-pantau-kualitas-udara-jakarta-dari-sumber-terpercaya> (accessed on 18 December 2025).
4. Bista, S.; Fancello, G.; Zeitouni, K.; Annesi-Maesano, I.; Chaix, B. Relationships between Fixed-Site Ambient Measurements of Nitrogen Dioxide, Ozone, and Particulate Matter and Personal Exposures in Grand Paris, France: The MobiliSense Study. *Int. J. Health Geogr.* 2025, 24, 5, doi:10.1186/s12942-025-00393-y.
5. Tran, P.T.M.; Ngoh, J.R.; Balasubramanian, R. Assessment of the Integrated Personal Exposure to Particulate Emissions in Urban Micro-Environments: A Pilot Study. *Aerosol Air Qual. Res.* 2020, 20, 341–357, doi:10.4209/aaqr.2019.04.0201.
6. World Health Organization Air Pollution and Child Health: Prescribing Clean Air; 2018.
7. Zhang, Y.; Guo, Z.; Zhang, W.; Li, Q.; Zhao, Y.; Wang, Z.; Luo, Z. Effect of Acute PM_{2.5} Exposure on Lung Function in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Asthma Allergy* 2023, 16, 529–540, doi:10.2147/JAA.S405929.
8. Teng, J.; Li, J.; Yang, T.; Cui, J.; Xia, X.; Chen, G.; Zheng, S.; Bao, J.; Wang, T.; Shen, M.; et al. Long-Term Exposure to Air Pollution and Lung Function among Children in China: Association and Effect Modification. *Front. Public Health* 2022, Volume 10-2022, doi:10.3389/fpubh.2022.988242.
9. Zhou, J.; Lei, R.; Xu, J.; Peng, L.; Ye, X.; Yang, D.; Yang, S.; Yin, Y.; Zhang, R. The Effects of Short-Term PM_{2.5} Exposure on Pulmonary Function among Children with Asthma—A Panel Study in Shanghai, China. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, doi:10.3390/ijerph191811385.
10. Zanobetti, A.; Ryan, P.H.; Coull, B.A.; Luttmann-Gibson, H.; Datta, S.; Blossom, J.; Brokamp, C.; Lothrop, N.; Miller, R.L.; Beamer, P.I.; et al. Early-Life Exposure to Air Pollution and Childhood Asthma Cumulative Incidence in the ECHO CREW Consortium. *JAMA Netw. Open* 2024, 7, e240535–e240535, doi:10.1001/jamanetworkopen.2024.0535.
11. Keleb, A.; Abeje, E.T.; Daba, C.; Endawkie, A.; Tsega, Y.; Abere, G.; Mamaye, Y.; Bezie, A.E. The Odds of Developing Asthma and Wheeze among Children and Adolescents Exposed to Particulate Matter: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Public Health* 2025, 25, 1225, doi:10.1186/s12889-025-22382-3.
12. Woo, J.; Rudasingwa, G.; Kim, S. Assessment of Daily Personal PM_{2.5} Exposure Level According to Four Major Activities among Children. *Applied Sciences* 2020, 10, doi:10.3390/app10010159.
13. Vy, N.T.T.; Le, H.H.T.C.; Le An, P.; Dang, T.N.; Phuong, N.L.; Yamamoto, N.; Takeuchi, R.; Quoc, N.M.; Tri, B.M.; Dung, P.H.T.; et al. Assessing Personal PM_{2.5} Exposure from Various Microenvironments among Schoolchildren in Vietnam. *Environ. Res.* 2025, 283, 122115, doi:https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.122115.
14. Wei, S.; Luo, Z.; Lannon, S.; Sharmin, T.; Smith, J.; Zhang, H.; Samuel, F. Personal Air Pollution Exposure Assessment with Schoolchildren in Rural Wales. *J. Environ. Manage.* 2026, 397, 128291, doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.128291.
15. Handy, A.E.E.; Wood, S.G.A.; Roberts, K.; Malley, C.S.; Burrige, H.C. Particulate Matter Concentrations in UK Schools: A Nationwide Study into the Influence of Ambient PM_{2.5} and the Resulting Exposure Potentials. *Science of The Total Environment* 2025, 970, 178875, doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.178875.
16. Government of Indonesia Government Regulation No. 22/2021 on Environment Protection and Management Available online: https://jdih.setkab.go.id//puu/buka_puu/176367/Lampiran_VII_Salinan_PP_Nomor_22_Tahun_2021.pdf (accessed on 4 September 2025).

**Melindungi anak-anak
dari polusi udara
memerlukan
aksi terkoordinasi
lintas sektor.**

Bukti dari pemantauan paparan personal menunjukkan bahwa **pengurangan emisi saja tidak cukup**—kebijakan juga perlu mengatasi paparan di rumah, sekolah, dan selama perjalanan sehari-hari.