



Nafas Terputus di Tengah Polusi: Dampak PM2.5 terhadap Pneumonia pada Balita di Jakarta

Tentang Kolaborasi antara Nafas, DBS Foundation, dan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia

Kolaborasi ini merupakan sinergi tiga pihak: **Nafas Indonesia** sebagai platform teknologi pemantauan kualitas udara berbasis data, **Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM UI)** sebagai institusi akademik ternama di bidang kesehatan masyarakat, dan **DBS Foundation** sebagai mitra strategis yang mendorong inovasi untuk keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

Dengan semangat yang sama dalam mendukung kesehatan lingkungan, kolaborasi ini bertujuan untuk:

- Mendorong pembuatan kebijakan dan intervensi publik berbasis ilmiah guna mengurangi dampak polusi udara terhadap kelompok rentan, khususnya anak-anak usia dini.
- Meningkatkan kesadaran dan mengubah pola pikir masyarakat mengenai pentingnya udara bersih sebagai hak dasar dan elemen kunci pembangunan berkelanjutan.
- Memperkuat kolaborasi lintas sektor antara teknologi, akademisi, dan sektor sosial untuk menciptakan solusi inovatif berbasis data dalam menghadapi tantangan kesehatan masyarakat.

Melalui keterlibatan akademis dalam penelitian ini, FKM UI berperan sebagai:

- **Penyedia kerangka riset ilmiah** dan analisis epidemiologis terhadap kasus pneumonia pada balita di Jakarta
- **Mitra validasi data** yang memastikan akurasi dan integritas hasil analisis PM2.5 dan prevalensi penyakit
- **Penghubung akademik-publik** untuk menyampaikan hasil riset dalam bentuk white paper, kampanye kesadaran, dan bahan advokasi kebijakan

Nafas Indonesia memiliki **jaringan sensor udara real-time** yang digunakan dalam penelitian ini sebagai basis pengukuran paparan PM2.5 di 10 kecamatan di Jakarta.

DBS Foundation mendukung inisiatif ini sebagai bagian dari komitmennya dalam mendorong solusi inovatif dan berkelanjutan yang memberikan dampak positif nyata bagi masyarakat. Dengan memberdayakan Social Enterprise dan pelaku usaha yang menciptakan perubahan, DBS Foundation memanfaatkan ekosistem dan jaringannya untuk menghadapi tantangan lingkungan dan sosial yang mendesak, menjadi katalisator solusi berkelanjutan yang dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Dengan semangat "**Data untuk Kesehatan**", kolaborasi ini menandai langkah awal penting dalam:

- Mendorong penggunaan data lingkungan dalam kebijakan kesehatan masyarakat
- Meningkatkan kesadaran publik tentang pentingnya udara bersih bagi tumbuh kembang anak
- Menjadikan udara bersih sebagai bagian dari hak dasar kesehatan masyarakat

Dokumen ini disunting dan disusun oleh:

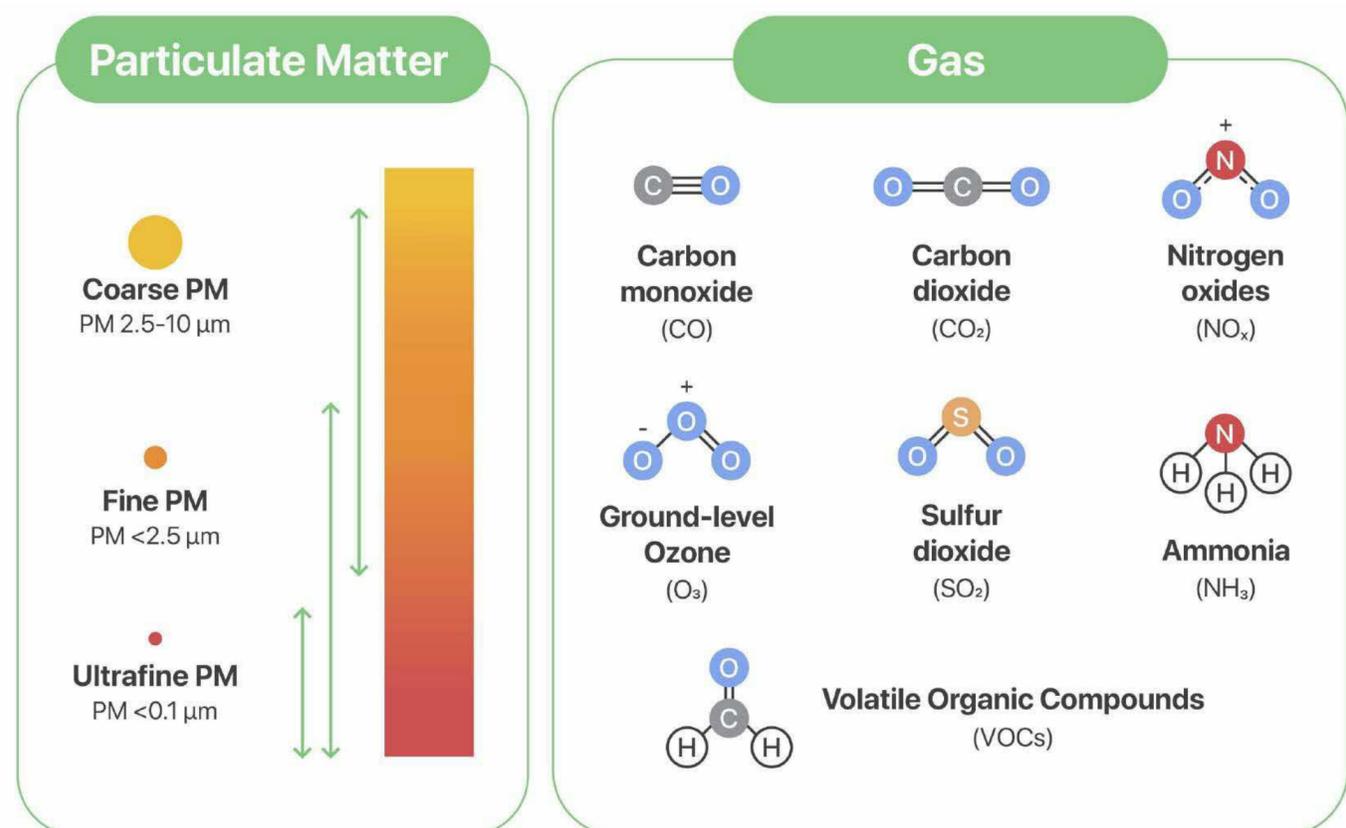
- **Prof. Dr. R. Budi Haryanto, S.K.M., M.Kes., M.Sc.**, Guru Besar Departemen Kesehatan Lingkungan Universitas Indonesia dan Ketua Research Center for Climate Change Universitas Indonesia
- **Nabilah Putri Rahmita**, Mahasiswi Universitas Fakultas Kesehatan Masyarakat 2025
- **Nidaa Fauziyyah, S.Si.**, Data Analyst Nafas Indonesia
- **Tika Diagnesty, B.A.**, Direktur Keberlanjutan dan Dampak Sosial Nafas Indonesia

67 Kematian Dini per 100.000 Orang Disebabkan oleh Polusi Udara

Indonesia kini menghadapi krisis udara yang tidak lagi bersifat lokal, namun berskala global. Indonesia menjadi salah satu dari segelintir negara yang menyumbang hingga **tiga perempat beban polusi udara global** di tahun 2023. Bahkan, Daerah Khusus Jakarta (DKI Jakarta) tercatat sebagai **kota ketujuh** paling berpolusi di dunia pada tahun yang sama.

Ancamannya nyata. Di tahun 2022, harapan hidup masyarakat Indonesia bisa turun rata-rata 2,2 tahun apabila terus terpapar polusi udara yang tidak sehat. Partikel dan gas berbahaya seperti PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂, dan CO masuk melalui tarikan nafas, tanpa terlihat, namun sangat terasa.

Polusi Udara

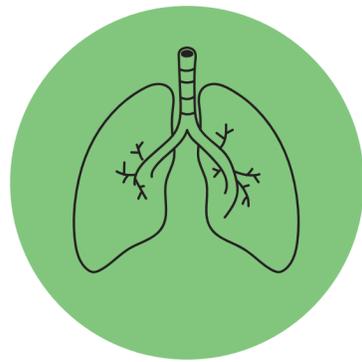


Grafik 1: Rincian polusi udara

World Bank tahun 2021 menjelaskan bahwa selama puluhan tahun, sudah banyak penelitian global yang menunjukkan bahwa polusi udara partikulat sangat berbahaya bagi manusia.

World Health Organization (WHO) menegaskan bahwa polusi udara bertanggung jawab atas 7 juta kematian setiap tahun dan partikulat halus PM2.5 menjadi aktor utamanya. Lebih dari separuh kematian akibat penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), serta sepertiga dari kematian akibat infeksi saluran pernapasan dan jantung iskemik, kini dihubungkan langsung dengan polusi udara.

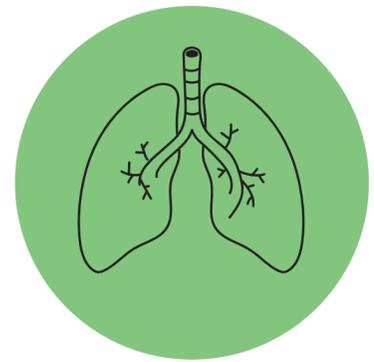
Polusi udara bertanggung jawab atas:



30% kematian akibat infeksi saluran pernapasan bawah.



28% kematian akibat penyakit jantung iskemik.



48% kematian akibat penyakit paru obstruktif kronis.

Grafik 2: Gambaran umum dampak polusi udara terhadap kesehatan

Namun sayangnya, akses publik terhadap data kualitas udara masih sangat terbatas. Minimnya riset lokal semakin memperlemah advokasi kebijakan dan kesadaran masyarakat. Hal ini yang mendorong perlunya kajian berbasis data real-time dan pendekatan ilmiah yang kontekstual.

Salah satu inisiatif tersebut adalah penelitian yang dilakukan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM UI) bekerja sama dengan Nafas Indonesia. Studi ini mengangkat hubungan antara **paparan PM2.5 dan kejadian pneumonia dan asma pada balita di wilayah Jabodetabek selama pandemi COVID-19**. Hasilnya menunjukkan korelasi signifikan, dengan nilai tertinggi ditemukan di Kota Depok (Haryanto et. al. 2025).

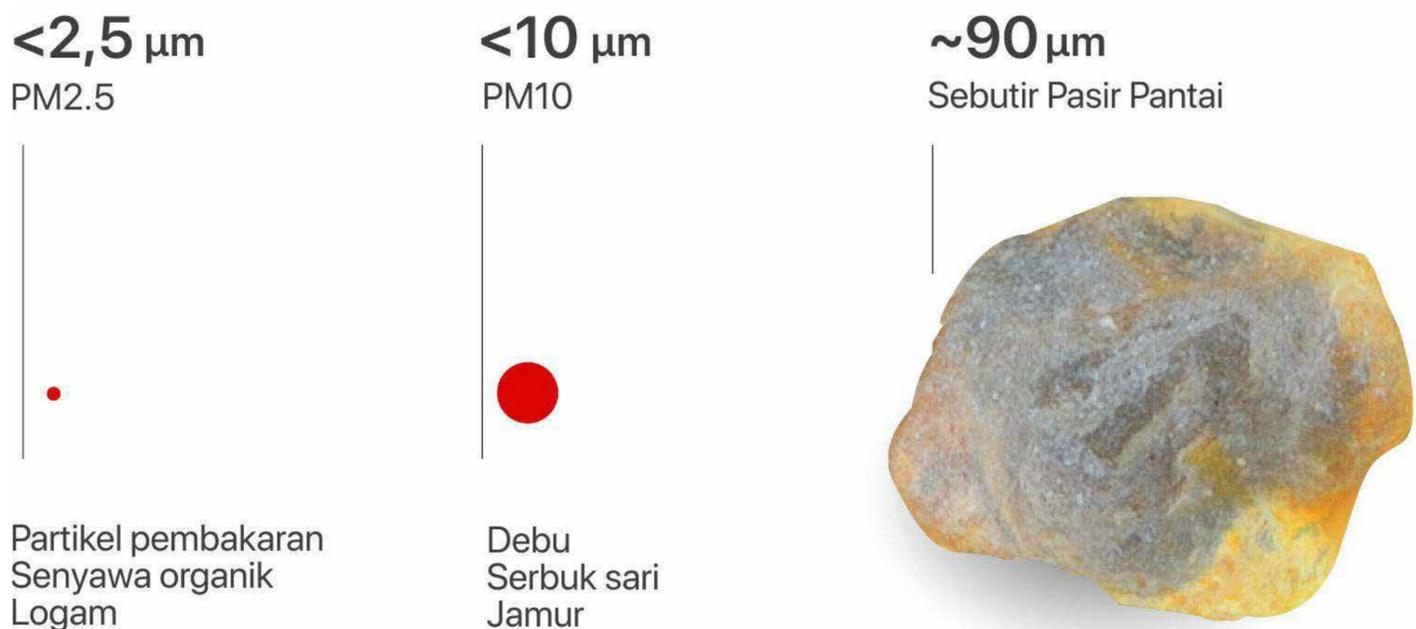
Mengapa ini penting? Pneumonia menyumbang **14% dari seluruh kematian balita secara global**, menewaskan **lebih dari 800.000 balita**. Bahkan, hampir terdapat 2.200 balita yang meninggal setiap hari. Di Jakarta, konsentrasi tahunan PM2.5 mencapai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – jauh di atas standar WHO yaitu $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pertanyaannya kini bukan lagi apakah udara berpolusi berdampak pada anak-anak kita, tapi seberapa besar dampaknya—dan apa yang bisa kita lakukan untuk mencegahnya.

Bahaya Polusi Udara kepada Kesehatan Anak

Polusi Udara dan PM2.5

Polusi udara merupakan krisis yang tidak terlihat, namun dampaknya terasa hingga ke dalam paru-paru manusia—terutama anak-anak. Polusi hadir dalam dua bentuk utama: **partikel (particulate matter/PM)** dan **gas berbahaya** seperti ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan karbon monoksida (CO).

Salah satu bentuk polusi paling berbahaya adalah **Particulate Matter 2.5 (PM2.5)** – partikel sangat kecil berukuran kurang dari 2.5 mikrometer, atau **sekitar 36 kali lebih kecil dari sebutir pasir**. Ukurannya yang mikroskopis memungkinkan PM2.5 masuk ke saluran pernapasan terdalam, melewati sistem penyaringan alami tubuh, dan **langsung masuk ke aliran darah**.



*Diameter dalam milimikron

Grafik 3: Ilustrasi ukuran PM2.5

Mengapa PM2.5 Berbahaya?

PM2.5 tidak hanya mengiritasi paru-paru, tetapi juga:

- Menyebabkan **radang kronis dan stres oksidatif**
- Melemahkan sistem imun lokal di saluran napas

- Meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan bawah (seperti pneumonia)
- Berkaitan dengan **penyakit jantung, stroke, kanker paru, bahkan gangguan kehamilan dan stunting anak**

Kelompok yang paling terdampak adalah anak-anak, lansia, ibu hamil, dan penderita penyakit kronis. Di saat kualitas udara memburuk, kelompok ini menjadi korban pertama—dan sering kali, paling parah.

Seberapa Buruk Situasi di Jakarta?

WHO telah menetapkan ambang batas PM2.5 sebesar:

- **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rata-rata tahunan)**
- **15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rata-rata harian)**

Namun, berdasarkan data jaringan sensor Nafas tahun 2024, **rata-rata tahunan PM2.5 di Jakarta mencapai 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – 7 kali lipat dari ambang aman WHO.** Ini menjadikan Jakarta sebagai kota dengan beban paparan yang tinggi, bahkan dalam konteks global.

Dari Mana Asalnya PM2.5?

Sumber PM2.5 terbagi dua:

- **Alami:** debu tanah, letusan gunung, asap kebakaran hutan
- **Antropogenik (buatan manusia):** pembakaran bahan bakar fosil, kendaraan bermotor, industri, dan sampah



Bagaimana kita bergerak



Bagaimana kita mengelola sampah



Bagaimana kita memproduksi

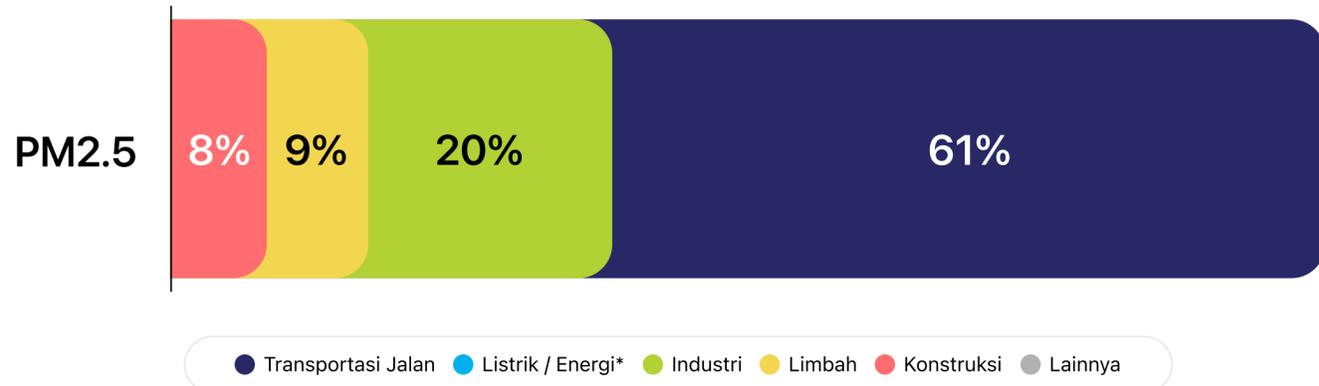


Bagaimana kita menghasilkan energi



Namun, ada juga yang berasal dari alam

Studi Systemiq, ITB, dan Climate Foundation (2025) menemukan bahwa di Jakarta, **transportasi adalah kontributor utama emisi PM2.5**, terutama dari kendaraan berbahan bakar fosil dan pembakaran yang tidak sempurna.



Grafik 1: Sumber gambaran PM2.5 di DKI Jakarta

Dampak PM2.5 dalam Angka

- Setiap **1 dari 5 kematian global** terkait polusi udara
- **709.000 anak di bawah usia 5 tahun** meninggal akibat penyakit yang berhubungan dengan polusi udara pada 2021 (State of Global Air)
- **PM2.5 adalah faktor risiko kematian anak nomor dua di dunia**, setelah malnutrisi

Gejala Akibat Paparan PM2.5

- **Jangka pendek:** batuk, bersin, mata berair, sesak nafas, ISPA
- **Jangka panjang:** asma kronis, pneumonia, kanker paru, gangguan kardiovaskular, hingga **kematian dini**

Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan dalam jangka waktu pendek, untuk setiap kenaikan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit pernapasan berikut:

Asma	→ 1,7% risiko kunjungan gawat darurat untuk penyakit asma pada orang dewasa dan 3,6% pada anak-anak (Fan et al., 2015)
Rhinitis	→ 0,47% jumlah kunjungan dokter untuk rawat jalan alergi rhinitis pada hari yang sama (Wang et al., 2020)
PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronis)	→ 2,5% kematian akibat penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) dan 3,1% kenaikan rawat inap PPOK (Li et al., 2016)
Bronkitis	→ 15-32% penanganan medis untuk infeksi pernapasan bawah akut pada pasien bronkitis (Horne et al., 2018)
ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Atas)	→ Sinusitis <ul style="list-style-type: none">• 0,48% rawat jalan di rumah sakit karena penyakit sinusitis kronis dengan kelompok anak di bawah 15 tahun lebih rentan (Lu et al., 2020)
	→ Influenza <ul style="list-style-type: none">• 14,7% risiko influenza dalam 6 hari (Zhang et al., 2022)• 16% risiko *Influenza like illness* (ILI) dalam rata-rata mingguan (Toczyłowski et al., 2021)

Beberapa studi mengkaji untuk setiap kenaikan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat berhubungan dengan:

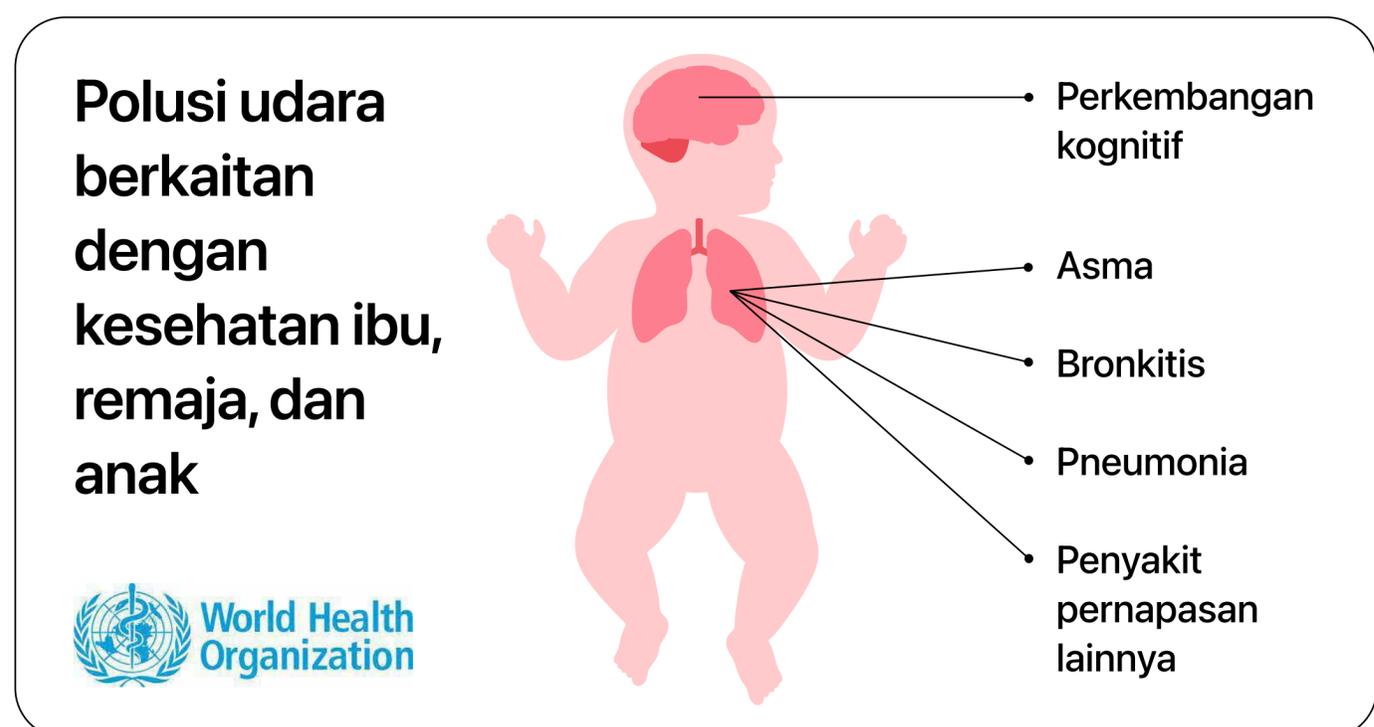
Penyakit & Gangguan Paru-paru	→ 6,5% risiko kematian akibat kanker paru-paru (Yang et al., 2023)
	→ 34% peningkatan risiko kanker paru (Miller et al., 2016)
	→ 4,47% pengurangan kapasitas vital paru (Chen et al., 2019)
Tuberkulosis	→ 0,9% peningkatan jumlah kasus tuberkulosis setelah tiga bulan paparan (Yang et al., 2020)

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa untuk setiap kenaikan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dapat mempengaruhi:

Penyakit Kardiovaskular	<ul style="list-style-type: none">→ 12-14% peningkatan risiko penyakit kardiovaskular (Goldberg et al., 2008)→ 3% peningkatan kejadian kardiovaskular terkait serangan jantung, stroke dan kematian jantung mendadak (Jalali et al., 2021)→ 23% peningkatan risiko kematian penyakit jantung iskemia, 13% penyakit stroke, 8% serangan jantung dalam paparan waktu lama (Alexeeff et al., 2021)
Kehamilan	<ul style="list-style-type: none">→ 48.4 gram pengurangan berat badan janin dalam paparan selama masa kehamilan (Savitz et al., 2014)→ 11% peningkatan risiko keguguran dan hubungan antar keduanya meningkat seiring usia kehamilan (Xue et al., 2022)→ 26% peningkatan risiko kelahiran prematur dengan paparan selama kehamilan (Zhang et al., 2020)
Anak-anak	<ul style="list-style-type: none">→ Stunting<ul style="list-style-type: none">• 19% peningkatan risiko stunting di kalangan anak-anak berusia 5 tahun atau di bawah 5 tahun (Pun et al., 2021)→ ADHD (<i>attention-deficit hyperactivity disorder</i>)<ul style="list-style-type: none">• 19% peningkatan risiko ADHD dalam tiga tahun pertama kehidupan (Chang et al., 2022)
Penyakit Kulit	<ul style="list-style-type: none">→ 5.1% peningkatan kunjungan medis kasus dermatitis atopik pada anak setiap peningkatan $\text{PM}_{2.5}$ mingguan (Fadadu et al., 2023)→ 2.71% peningkatan kunjungan pasien eksim untuk setiap bulannya (Park et al., 2021)→ 1.71% kunjungan rawat jalan untuk <i>acne vulgaris</i> (jerawat) dari 120.842 pasien di Tiongkok (Ding et al., 2017)

Pneumonia: Ancaman Senyap bagi Napas Anak Indonesia

Pneumonia adalah penyakit infeksi menular yang menyerang paru-paru dan menyebar melalui udara—sering kali tak terlihat, namun sangat mematikan. Penyebab ini disebabkan oleh berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri seperti bakteri *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Haemophilus parainfluenzae*, Human bocavirus, Parainfluenza virus, Respiratory Syncytial Virus (RSV), Human metapneumovirus, Rhinovirus, Adenovirus, dan Influenza.



Grafik 5: Efek polusi udara terhadap kesehatan anak

Bagaimana PM2.5 Meningkatkan Risiko Pneumonia?

PM2.5 adalah partikel halus berukuran sangat kecil (<2.5 mikrometer) yang mampu menembus saluran pernapasan hingga mencapai **alveoli**, tempat pertukaran oksigen dalam paru-paru. Saat terhirup terus-menerus:

- PM2.5 memicu peradangan kronis dan stres oksidatif pada jaringan paru,
- Melemahkan sistem imun lokal di saluran pernapasan,
- Meningkatkan kerentanan tubuh terhadap serangan mikroorganisme penyebab pneumonia

Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan penyakit kronis **lebih berisiko tertular pneumonia akibat paparan PM2.5 yang tinggi.**

Mengapa Balita Sangat Rentan?

Balita (anak usia <5 tahun) termasuk ke dalam kelompok rentan karena:

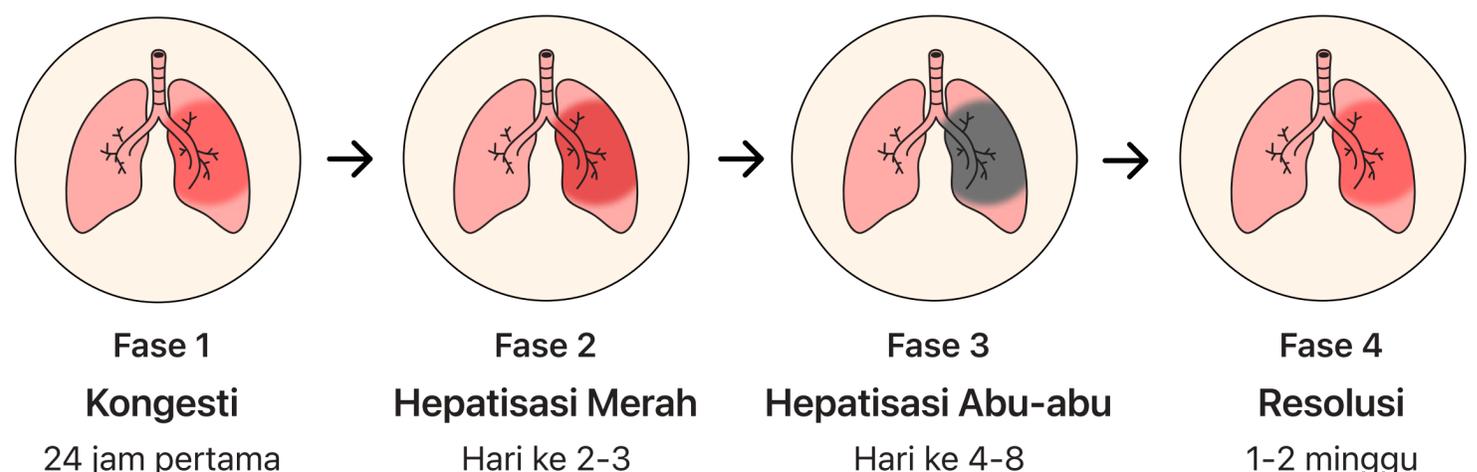
- Sistem kekebalan tubuh balita **belum berkembang dengan sempurna** untuk melawan infeksi yang kompleks,
- **Saluran pernapasan yang lebih kecil** membuat infeksi ringan lebih cepat berkembang menjadi pneumonia,
- **Udara yang dihirup** oleh balita **lebih cepat**: 24-40 kali per menit, sedangkan orang dewasa hanya 12-20 kali per menit. Artinya, **paparan terhadap polusi udara terjadi lebih sering dan lebih dalam.**

Gejala pneumonia pada balita:

- Batuk terus-menerus
- Napas cepat atau tersengal
- Demam tinggi (>39oC)
- Kehilangan nafsu makan
- Nyeri dada atau perut
- Muntah
- Napas berbunyi (*wheezing* atau *grunting*)

Jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat, pneumonia dapat berkembang menjadi kondisi yang mengancam jiwa—terutama dalam lingkungan dengan kualitas udara yang buruk.

Fase pneumonia:



Grafik 6: Gambaran umum tahapan pneumonia | Sumber: Verywell health (2025)

Metode Penelitian

Design Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain **studi ekologi berdasarkan lokasi** (place-based ecological study) untuk menganalisa hubungan antara **konsentrasi PM2.5 dan kejadian pneumonia pada balita** di wilayah **Daerah Khusus Ibukota (DKI) Jakarta** tahun 2023. Studi ini bertujuan memberikan gambaran spasial dan temporal atas beban pencemaran udara dan dampaknya terhadap kesehatan anak.

Lokasi dan Sumber Data

Penelitian dilakukan di **10 kecamatan** di DKI Jakarta yang telah dilengkapi dengan sensor pemantau kualitas udara dari **jaringan sensor Nafas**. Kecamatan tersebut dipilih secara acak dari lima wilayah Kota Administrasi Provinsi Daerah Khusus Jakarta. Kecamatan tersebut adalah: Menteng, Cilincing, Tanjung Priok, Kalideres, Kebon Jeruk, Tambora, Pasar Minggu, Jagakarsa, Cakung, dan Duren Sawit.

Data yang digunakan:

- **Data polusi udara:** konsentrasi PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), diperoleh dari sensor Nafas Indonesia
- **Jumlah kasus pneumonia pada balita**, bersumber dari Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta
- **Data jumlah populasi balita**, diperoleh dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil DKI Jakarta



Grafik 7: Lokasi Penelitian

Jenis Studi

Penelitian ini tergolong sebagai **multiple-group ecological study**, yang membandingkan data agregat antar wilayah pada waktu yang sama. Dengan pendekatan ini, hubungan spasial antara variabel polusi dan penyakit dapat dianalisis secara luas meskipun tidak pada level individu.

Metode Pengukuran dan Analisis Data

1. Prevalensi

Prevalensi dihitung untuk menggambarkan proporsi balita yang mengalami pneumonia di setiap kecamatan. Prevalensi dapat dihitung melalui rumus:

$$Prevalensi = \frac{\text{Jumlah semua kasus pneumonia pada balita di lokasi dan waktu tertentu}}{\text{Jumlah total populasi balita di lokasi dan waktu tertentu}} \times 10.000$$

Perhitungan dilakukan per bulan untuk melihat tren musiman dan per wilayah untuk membandingkan sebaran geografis.

2. Analisis Univariat

Dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing variabel secara mandiri, baik konsentrasi PM2.5 maupun prevalensi pneumonia. Visualisasi dilakukan dalam bentuk **grafik tren waktu** dan **scatter plot**.

3. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menguji hubungan antara dua variabel utama: konsentrasi PM2.5 dan prevalensi pneumonia. Analisis bivariat terdiri dari:

1. Uji normalitas data:

- a. Menggunakan Shapiro-Wilk (jika $n < 30$) dan Kolmogorov-Smirnov (jika $n \geq 30$)
- b. Hasil p-value $> 0,05 \rightarrow$ data normal
- c. Hasil p-value $< 0,05 \rightarrow$ data tidak normal

2. Uji korelasi:

- a. Jika data normal: gunakan **Pearson correlation**
- b. Jika data tidak normal: gunakan **Spearman rank correlation**

Interpretasi P-value:

P-value	Keterangan
$\leq 0,05$	Adanya hubungan yang signifikan
$>0,05$	Tidak ada hubungan yang signifikan

Interpretasi nilai korelasi (r):

Nilai r	Keterangan
0,00 – 0,25	Tidak ada korelasi/Korelasi lemah
0,26 – 0,50	Korelasi sedang
0,51 – 0,75	Korelasi kuat
0,76 – 1,00	Korelasi sangat kuat

4. Regresi linear Berdasarkan Uji Korelasi Spearman

Regresi linear digunakan dalam penelitian ini untuk **menguji besarnya pengaruh (dampak langsung)** antara peningkatan konsentrasi **PM2.5** terhadap peningkatan jumlah kasus **pneumonia pada balita**. Setelah ditemukan adanya **hubungan signifikan** melalui uji korelasi Spearman, analisis dilanjutkan dengan regresi linear untuk memperkirakan **besaran kontribusi PM2.5 terhadap kejadian pneumonia**.

Regresi linear sederhana (simple linear regression) digunakan dengan model matematis sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

- **Y** = jumlah kasus pneumonia pada balita
- **X** = konsentrasi PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- **a** = konstanta (intersep)
- **b** = koefisien regresi (menunjukkan seberapa besar perubahan Y untuk setiap 1 satuan perubah

Koefisien b positif → menunjukkan bahwa semakin tinggi PM2.5, semakin tinggi kasus pneumonia

Koefisien b negatif → menunjukkan hubungan terbalik (tidak umum dalam konteks ini, tapi bisa terjadi jika ada faktor pelindung lain)

Nilai R² (koefisien determinasi) → menunjukkan persentase variasi kasus pneumonia yang dapat dijelaskan oleh variasi PM2.5

Hasil Penelitian

Temuan 1:

Kenaikan PM2.5 Berhubungan Langsung dengan Lonjakan Kasus Pneumonia

Analisis data di Kecamatan Menteng—wilayah dengan korelasi tertinggi dalam studi ini—menunjukkan bahwa **setiap kenaikan PM2.5 sebesar 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** dapat menyebabkan **lonjakan prevalensi pneumonia hingga dua kali lipat**. Temuan ini menjadi sinyal kuat bahwa paparan PM2.5 memiliki kontribusi signifikan terhadap peningkatan penyakit infeksi saluran pernapasan bawah, khususnya pada balita.

Sebagai catatan, **baseline konsentrasi PM2.5 di Jakarta Pusat adalah 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , yang dikategorikan dalam level moderate dan merupakan rata-rata PM2.5 di Jakarta Pusat. Pada level ini, prevalensi pneumonia tercatat sebesar **19 kasus per 10.000 penduduk**. Ketika PM2.5 meningkat ke level **56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , prevalensi melonjak hingga **92 kasus per 10.000 penduduk**—hampir **5 kali lipat lebih tinggi** dari baseline awal.

PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prevalensi Pneumonia (per 10.000 penduduk)
26	19
36	43
46	67
56	92

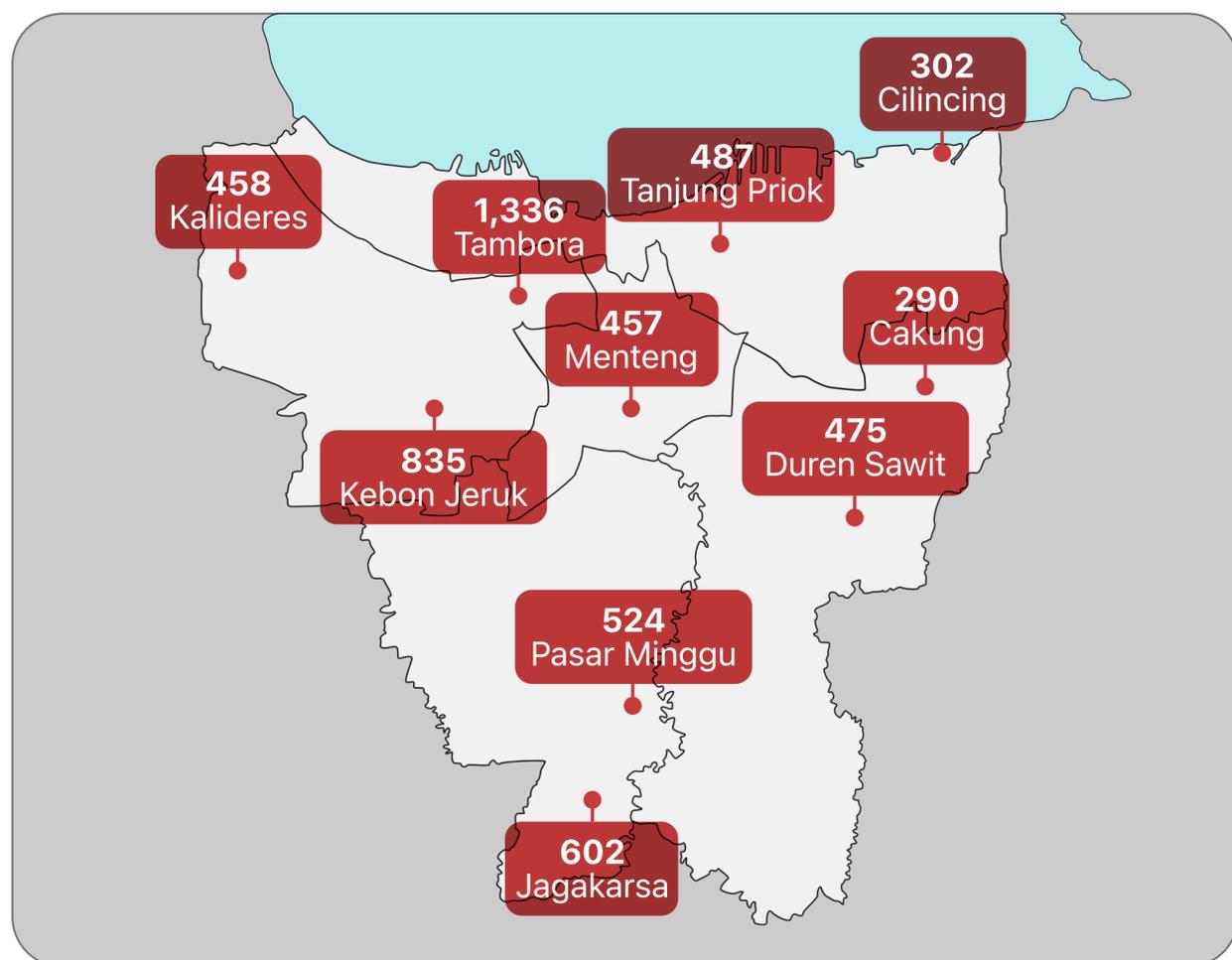
Tabel 1: Hubungan Kenaikan PM2.5 dengan Prevalensi Pneumonia

Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan penyakit kronis **lebih berisiko tertular pneumonia akibat paparan PM2.5 yang tinggi**.

Temuan 2:

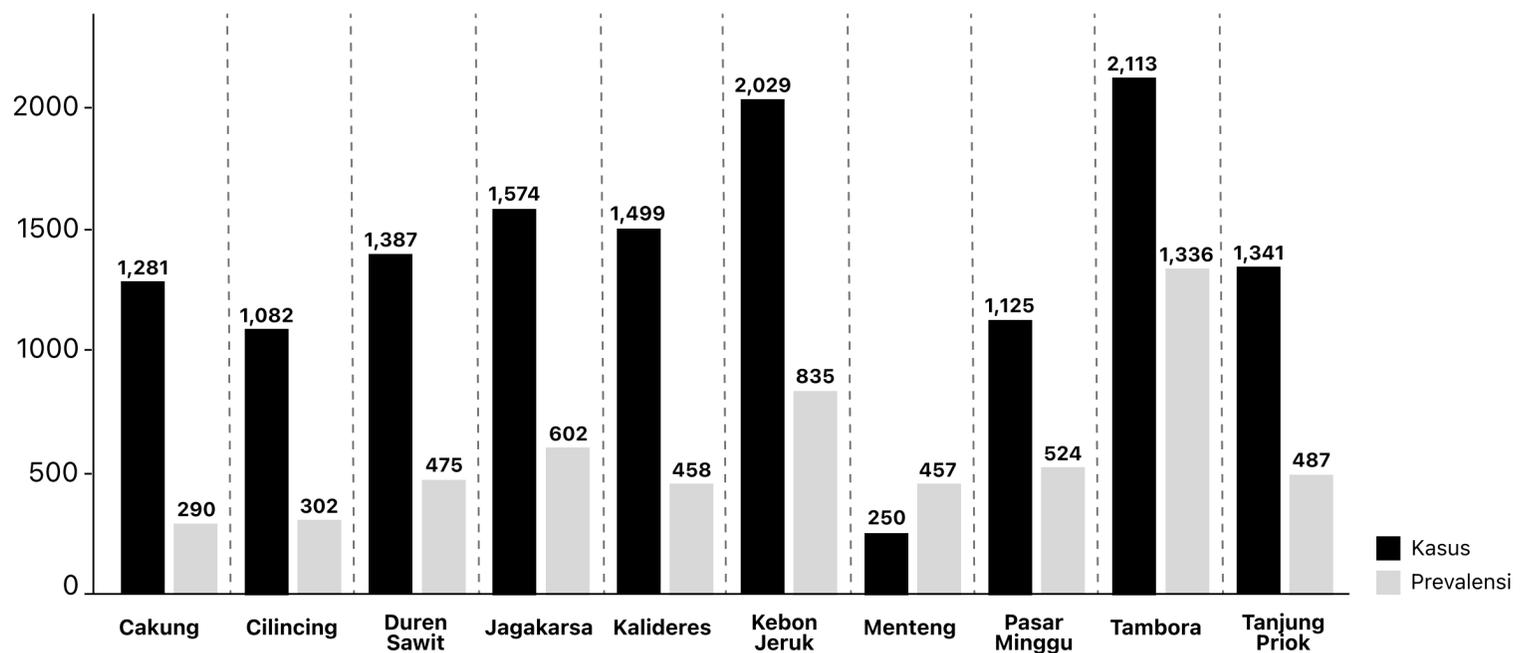
Satu dari Dua Puluh Balita di Jakarta Terkena Pneumonia

Dari hasil pengolahan data, diketahui bahwa dalam periode tahun 2023, **1 dari setiap 20 balita di DKI Jakarta menderita pneumonia**. Angka ini mencerminkan beban kesehatan yang signifikan dan berulang, terutama di wilayah padat dan terdampak polusi.



Grafik 8: Peta sebaran prevalensi pneumonia di DKI Jakarta berdasarkan ukuran prevalensi pneumonia

Prevalensi pneumonia pada balita dihitung dengan cara membagi jumlah kejadian pneumonia pada waktu tertentu di daerah tertentu dengan jumlah balita pada waktu tertentu dan di daerah tertentu dikali dengan 10.000. **Rumus ini memberikan gambaran berapa banyak balita yang terkena pneumonia per 10.000 anak dalam populasi di suatu wilayah dalam periode waktu tertentu.**



Grafik 9: Distribusi Kasus: Tertinggi di Tambora, Terendah di Cakung

Perbedaan mencolok antar wilayah ini memperlihatkan kemungkinan **variasi paparan lingkungan**, kualitas udara, kepadatan permukiman, serta akses layanan kesehatan yang tidak merata di seluruh wilayah Jakarta.

- **Kecamatan Tambora** mencatat prevalensi tertinggi, yaitu **1.406 kasus per 10.000 penduduk** balita.
- **Kecamatan Cakung** menjadi wilayah dengan beban terendah, yakni **312 kasus per 10.000 penduduk**.

Kecamatan	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni	
	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi
Cakung	81	20	61	15	71	17	40	10	38	9	103	25
Cilincing	90	27	99	29	58	17	72	21	109	32	61	18
Duren Sawit	118	43	104	38	111	40	79	29	95	35	111	40
Jagakarsa	122	49	126	51	103	42	131	53	125	51	130	53
Kalideres	121	39	129	41	125	40	123	40	130	42	125	40
Kebon Jeruk	176	76	170	73	185	80	174	75	358	154	56	24
Menteng	10	20	5	10	12	23	10	20	21	41	22	43
Pasar Minggu	89	44	96	47	69	34	69	34	119	58	96	47
Tambora	204	136	189	126	135	90	145	96	180	120	164	109
Tanjung Priok	46	18	61	23	60	23	69	27	78	30	155	60

Kecamatan	Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi	Kasus	Prevalensi
Cakung	75	16	164	36	173	38	211	46	136	30	128	28
Cilincing	146	39	91	24	98	26	101	27	86	23	71	19
Duren Sawit	109	36	126	41	145	47	118	38	111	36	160	52
Jagakarsa	129	47	142	51	140	51	145	52	133	48	148	54
Kalideres	125	36	126	36	127	37	124	36	124	36	120	35
Kebon Jeruk	198	77	165	64	59	23	178	69	178	69	132	51
Menteng	24	42	48	85	28	49	48	85	10	18	12	21
Pasar Minggu	76	34	81	36	161	71	122	54	75	33	72	32
Tambora	190	114	215	129	234	141	176	106	170	102	111	67
Tanjung Priok	116	41	121	42	194	68	102	36	171	60	168	59

Tabel 2: Analisis Bulanan: Fluktuasi Musiman Terjadi

Data bulanan menunjukkan bahwa **prevalensi pneumonia tidak bersifat tetap**, tetapi **berfluktuasi sepanjang tahun dan berbeda antar kecamatan**. Contohnya:

- **Prevalensi bulanan tertinggi** terjadi di Kecamatan **Kebon Jeruk** pada **bulan Mei** (154 per 10.000 penduduk)
- **Prevalensi bulanan terendah** terjadi di Kecamatan **Cakung** pada **bulan Mei** juga (9 per 10.000 penduduk)

Hal ini menunjukkan bahwa **faktor musiman seperti cuaca, kelembapan, dan paparan polusi udara** kemungkinan turut memengaruhi angka kasus bulanan.

Kecamatan	Bulan		Nilai Prevalensi	
	Tertinggi	Terendah	Tertinggi	Terendah
Cakung	Oktober	Mei	46	9
Cilincing	Juli	Maret	39	17
Duren Sawit	Desember	April	52	29
Jagakarsa	Desember	Maret	54	42
Kalideres	Mei	Desember	42	35
Kebon Jeruk	Mei	September	154	23
Menteng	Agustus dan Oktober	Februari	85	10
Pasar Minggu	September	Desember	71	32
Tambora	September	Desember	121	67
Tanjung Priok	September	Januari	68	18

Tabel 2: Analisis Bulanan: Fluktuasi Musiman Terjadi

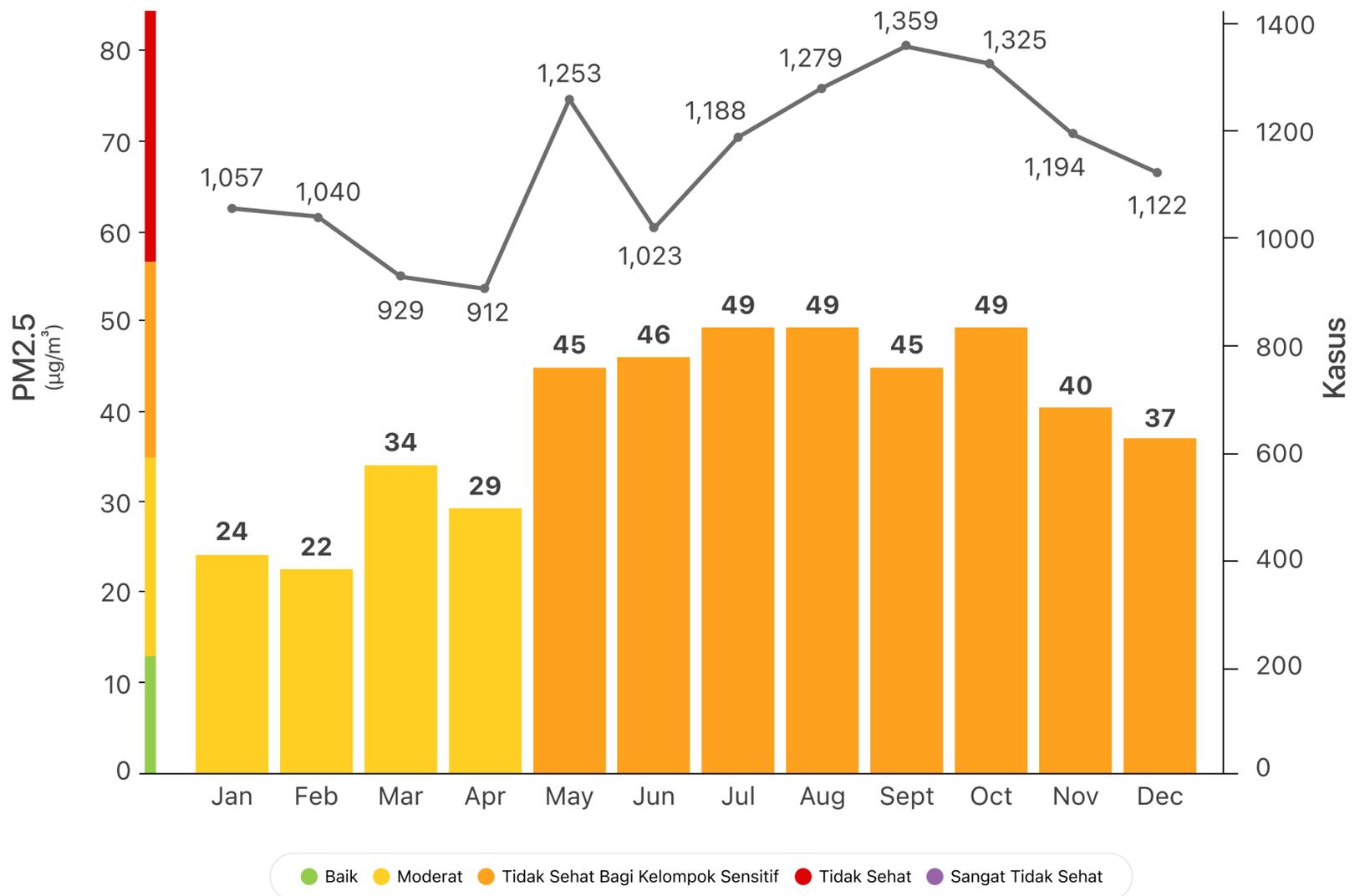
Pneumonia bukan hanya persoalan kesehatan individu, tapi juga **refleksi dari kualitas lingkungan hidup**. Ketimpangan antar wilayah memperkuat urgensi untuk:

- Meningkatkan akses pemantauan kualitas udara di tingkat lokal
- Mendorong intervensi kesehatan berbasis wilayah
- Mengedukasi publik mengenai upaya pencegahan penyakit pernapasan

Temuan 3:

Korelasi Signifikan antara PM2.5 dan Pneumonia di Jakarta

Analisis Waktu: Lonjakan Kasus di Musim Kemarau



Grafik 10: Jumlah kasus yang melebihi nilai rata-rata berada di bulan Mei hingga Desember kecuali di bulan Juni

Jika dilihat dari tren bulanan, jumlah **kasus pneumonia mulai melonjak pada bulan Mei hingga puncaknya di Agustus–Oktober**. Hal ini beriringan dengan kenaikan konsentrasi PM2.5 yang juga meningkat pada bulan-bulan tersebut.

Rata-rata kasus pneumonia selama 2023 berada di **1.140 kasus per bulan**. Sebagian besar bulan antara **Mei–Desember (kecuali Juni)** mencatat kasus di atas rata-rata.

Mengapa kasus di bulan Juni turun?

Terdapat dua hipotesis yang menjelaskan fenomena ini:

- 1. Pola klinis pneumonia terdiri dari 4 fase (kongesti, hepatization, resolusi, dan penyembuhan)** — sebagian kasus yang dimulai di Mei mungkin telah pulih sebelum Juni selesai.
- 2. Kondisi musim kemarau memperkuat diagnosa pneumonia:** udara kering dan iritasi saluran napas menyebabkan gejala lebih nyata dan sering diklasifikasi sebagai pneumonia oleh tenaga kesehatan.

Analisis korelasi Spearman dilakukan untuk menguji hubungan antara konsentrasi **PM2.5** dan jumlah kasus **pneumonia pada balita** di 10 kecamatan di Jakarta yang memiliki sensor kualitas udara dari jaringan Nafas. Hasil uji menunjukkan bahwa:

- **Tiga kecamatan memiliki hubungan yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$):**
 - **Menteng** ($r = 0,751$; $p = 0,005$) → korelasi positif kuat
 - **Tanjung Priok** ($r = 0,622$; $p = 0,031$) → korelasi positif kuat
 - **Kalideres** ($r = -0,631$; $p = 0,028$) → korelasi negatif kuat

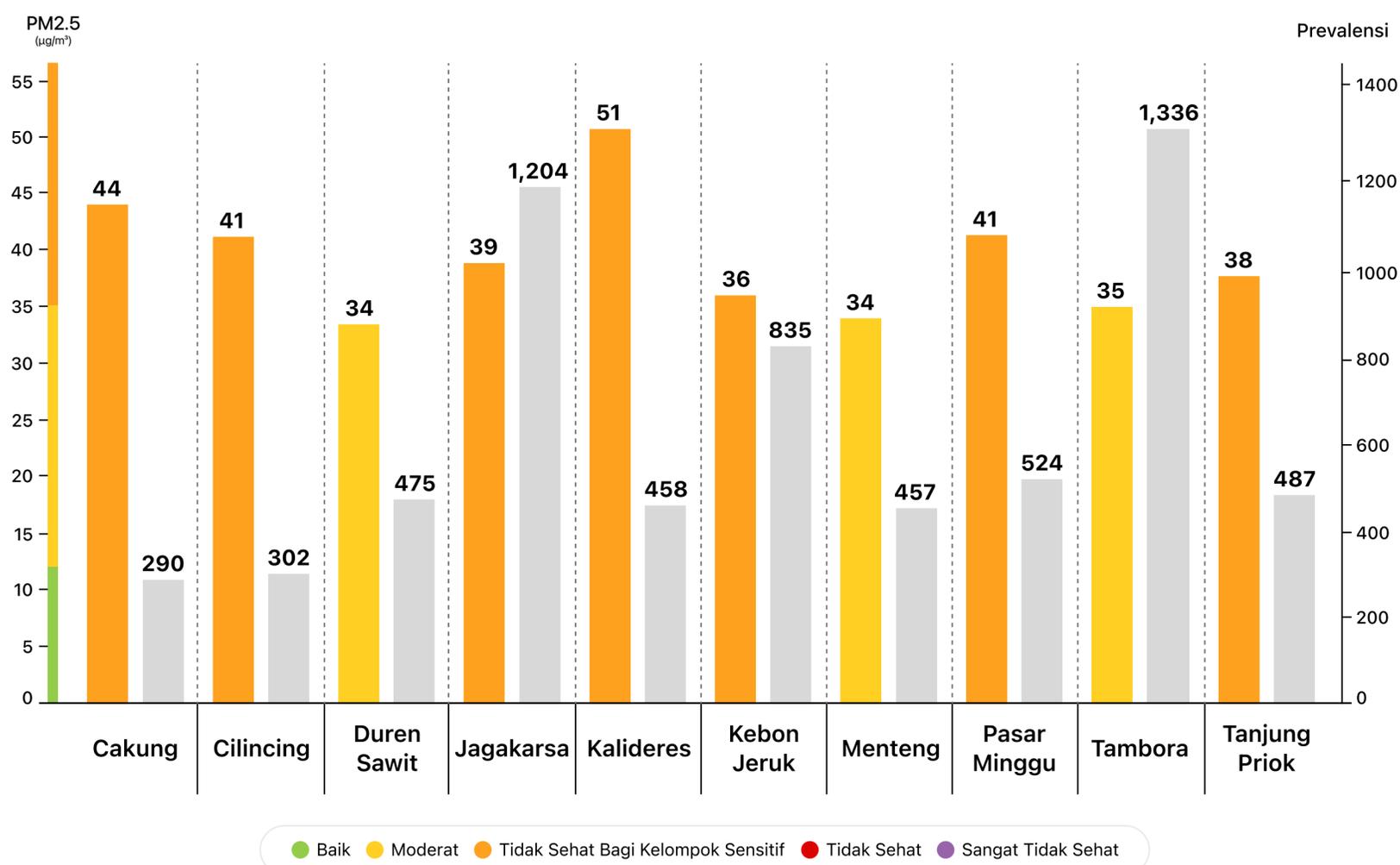
Kecamatan	Nilai R	Nilai P	Keterangan
Menteng	0,751	0,005*	Korelasi positif kuat
Cilincing	0,332	0,292	Korelasi positif sedang
Tanjung Priok	0,622	0,031*	Korelasi positif kuat
Kalideres	-0,631	0,028*	Korelasi positif kuat
Kebon Jeruk	-0,259	0,416	Korelasi positif sedang
Tambora	0,102	0,753	Korelasi positif lemah
Pasar Minggu	0,140	0,664	Korelasi positif lemah
Jagakarsa	-0,042	0,897	Korelasi positif lemah
Cakung	0,405	0,192	Korelasi positif sedang
Duren Sawit	-0,140	0,664	Korelasi positif lemah

*Memiliki hubungan yang signifikan

Tabel 3: Korelasi antara PM2.5 di setiap kecamatan di DKI Jakarta

Makna Korelasi

- Korelasi **positif** menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi PM2.5, semakin tinggi juga jumlah kasus pneumonia. Hal ini terjadi di Menteng dan Tanjung Priok.
- Korelasi **negatif** di Kalideres menunjukkan kemungkinan adanya **faktor lain yang lebih dominan** sebagai pemicu pneumonia di wilayah tersebut, seperti kepadatan hunian, ventilasi rumah, atau infeksi musiman.



Grafik 11: Korelasi bukanlah sebab-akibat secara langsung, tetapi memberi **indikasi kuat bahwa paparan udara yang buruk berkaitan dengan tingginya kasus pneumonia** di sebagian wilayah Jakarta.

Terdapat penelitian yang dilakukan oleh Munggaran, et al., (2024), adanya hubungan yang signifikan antara particulate matter dengan insiden pneumonia (19). Hasil ini diperkuat dengan penelitian lainnya yang dilakukan oleh Haryanto, B. et al., (2025), menunjukkan bahwa adanya korelasi yang kuat antara konsentrasi PM2,5 dengan pneumonia pada balita di Kota Depok (Haryanto et al., 2025).

Data korelasi ini memperkuat pentingnya pemantauan kualitas udara sebagai bagian dari sistem peringatan dini dan pencegahan penyakit menular. Dengan adanya deteksi tren lokal seperti ini, kebijakan publik bisa lebih tepat sasaran dalam melindungi kelompok paling rentan — terutama balita.

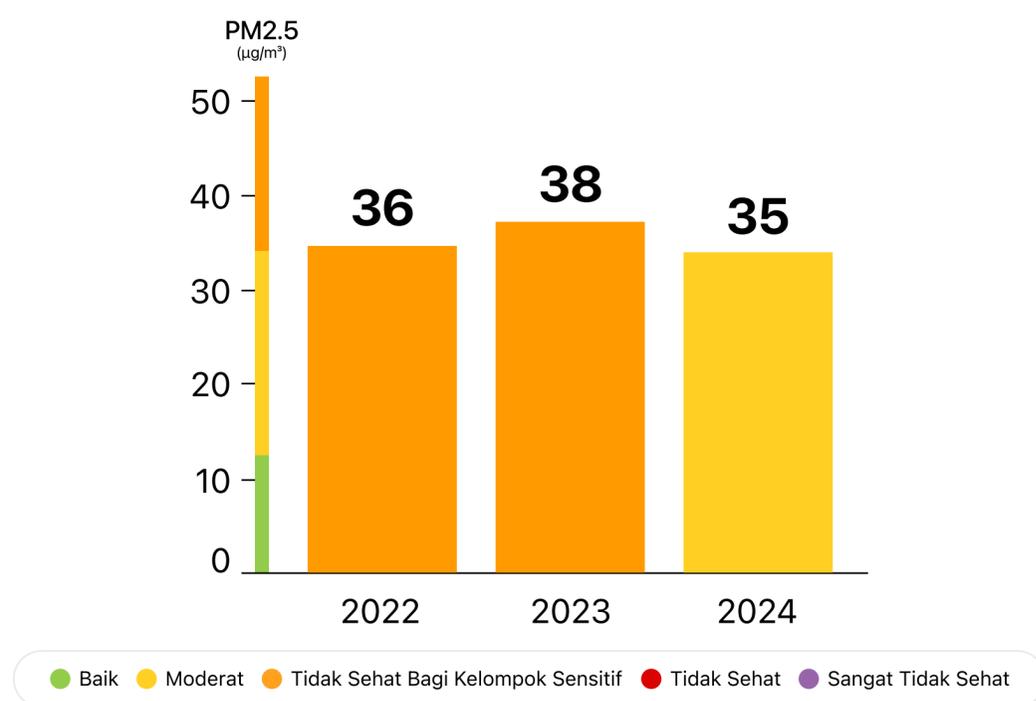
Temuan 4:

Kualitas Udara Jakarta Memburuk Pasca-Pandemi

Kenaikan Rata-Rata PM2.5 dari Tahun ke Tahun

Tahun 2023 tercatat sebagai tahun dengan kualitas udara lebih buruk dibandingkan tahun sebelumnya. Berdasarkan pemantauan sensor Nafas di Daerah Khusus Jakarta (DKI Jakarta):

- **Rata-rata tahunan PM2.5 naik dari 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2022) menjadi 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2023).** Kenaikan ini memperkuat tren penurunan kualitas udara yang terjadi secara perlahan pasca-pandemi.



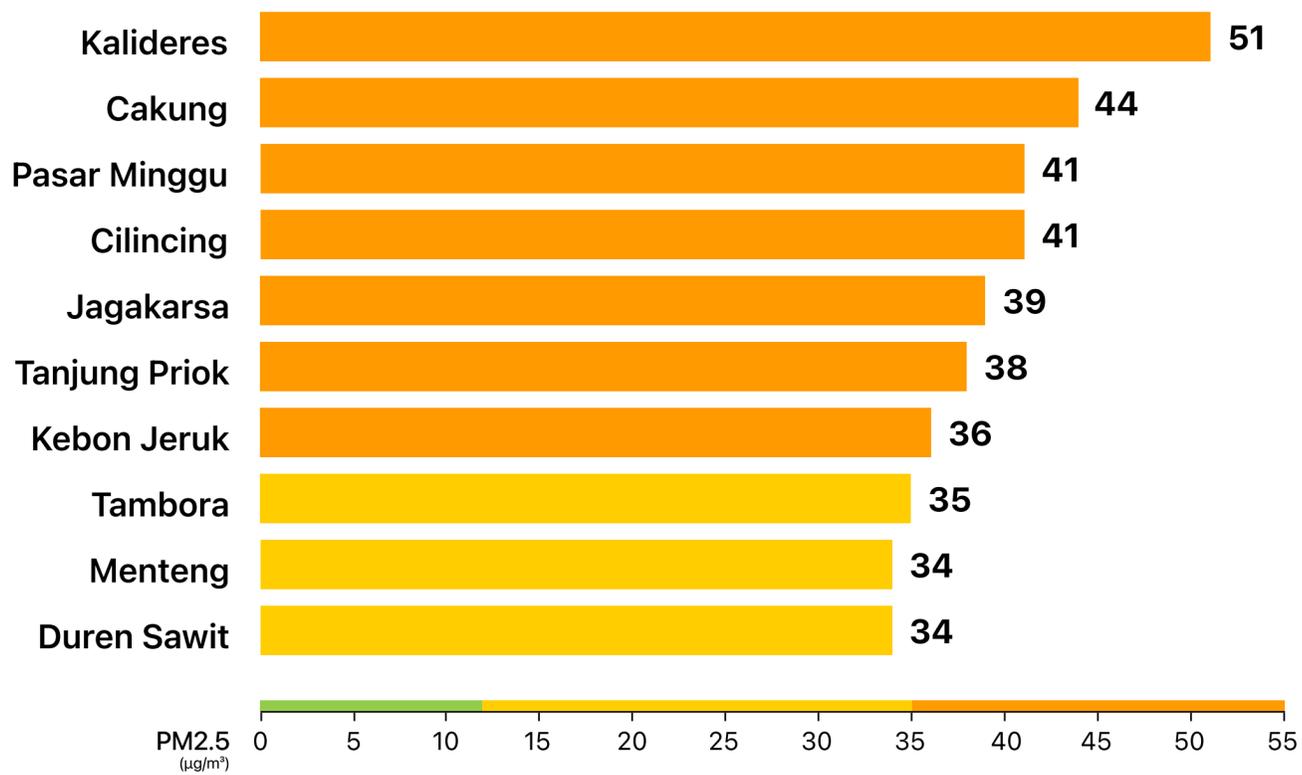
Grafik 12: rata-rata tahunan PM2.5 2022, 2023 dan 2024

Pemulihan Aktivitas = Kenaikan Emisi?

Lonjakan PM2.5 ini bertepatan dengan momen penting:

Pada **21 Juni 2023**, Pemerintah Indonesia secara resmi mencabut status pandemi COVID-19 melalui **Keppres No. 17 Tahun 2023**.

Seiring meningkatnya **aktivitas ekonomi, perkantoran, transportasi, dan mobilitas**, sumber-sumber polusi dari kendaraan dan aktivitas manusia ikut meningkat. Hal ini sejalan dengan studi **Maksum et al. (2022)** yang menyebut kendaraan bermotor sebagai kontributor utama partikulat tersuspensi (suspended particulate matter) di udara Jakarta.



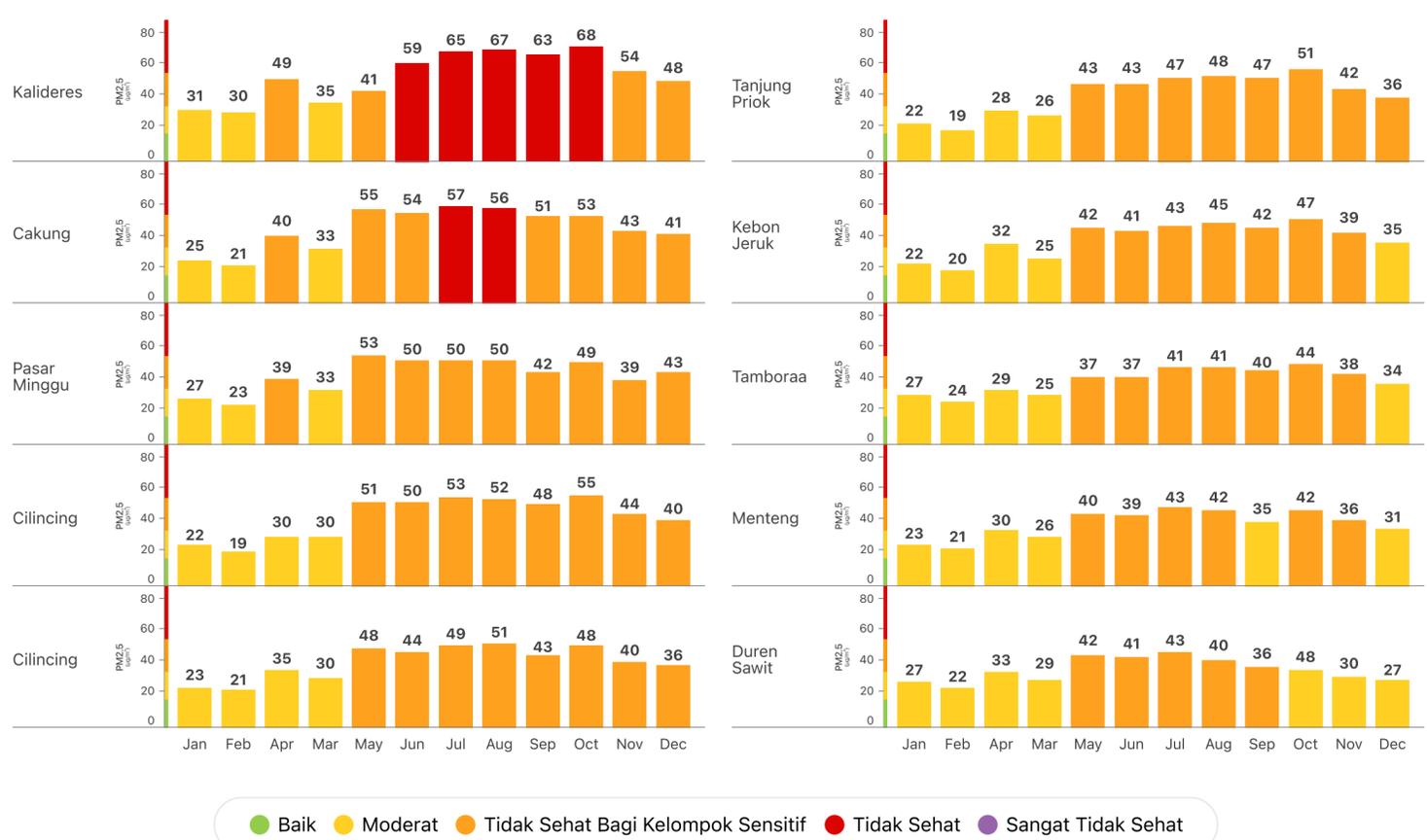
Grafik 13: Rata-rata tahunan masing-masing sensor

Perbedaan antar Kecamatan: Tidak Semua Terpapar Sama

Rata-rata tahunan PM2.5 menunjukkan perbedaan signifikan antar kecamatan:

- **Kalideres** tercatat sebagai lokasi dengan konsentrasi tertinggi: **51 µg/m³**
- **Penjaringan** menjadi salah satu yang terendah dengan **33 µg/m³**

Hal ini menunjukkan bahwa **karakteristik lokal** (misalnya jumlah kendaraan, pola bangunan, kepadatan penduduk, dan ruang terbuka hijau) sangat memengaruhi tingkat pencemaran udara di suatu wilayah. Bahkan di dalam satu kota besar seperti Jakarta, napas **masyarakat bisa sangat berbeda antar RW**.



Grafik 14: Tren Musiman: PM2.5 Naik di Musim Kemarau

- **PM2.5 meningkat tajam antara Mei hingga Oktober**, saat musim kemarau mendominasi
- **Penurunan terjadi pada Januari–Maret dan November–Desember**, bertepatan dengan musim hujan

Faktor atmosfer seperti kelembaban, presipitasi, dan pergerakan angin memainkan peran penting dalam menyebarkan atau mengendapkan partikel polutan.

Kenaikan PM2.5 setelah berakhirnya pandemi COVID-19 menunjukkan bahwa **tanpa intervensi lingkungan**, pemulihan ekonomi dapat mengorbankan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Perbedaan konsentrasi antar wilayah menunjukkan perlunya **kebijakan berbasis wilayah** yang mempertimbangkan kondisi lokal. Dengan data ini, kita tidak hanya tahu bahwa polusi meningkat — kita tahu kapan, di mana, dan seberapa besar risikonya.

Langkah-Langkah Preventif: Melindungi Balita dari Pneumonia

1. Gunakan Masker saat Beraktivitas di Luar Ruangan

Paparan polusi udara seperti PM2.5 dapat masuk jauh ke dalam paru-paru dan memicu peradangan.

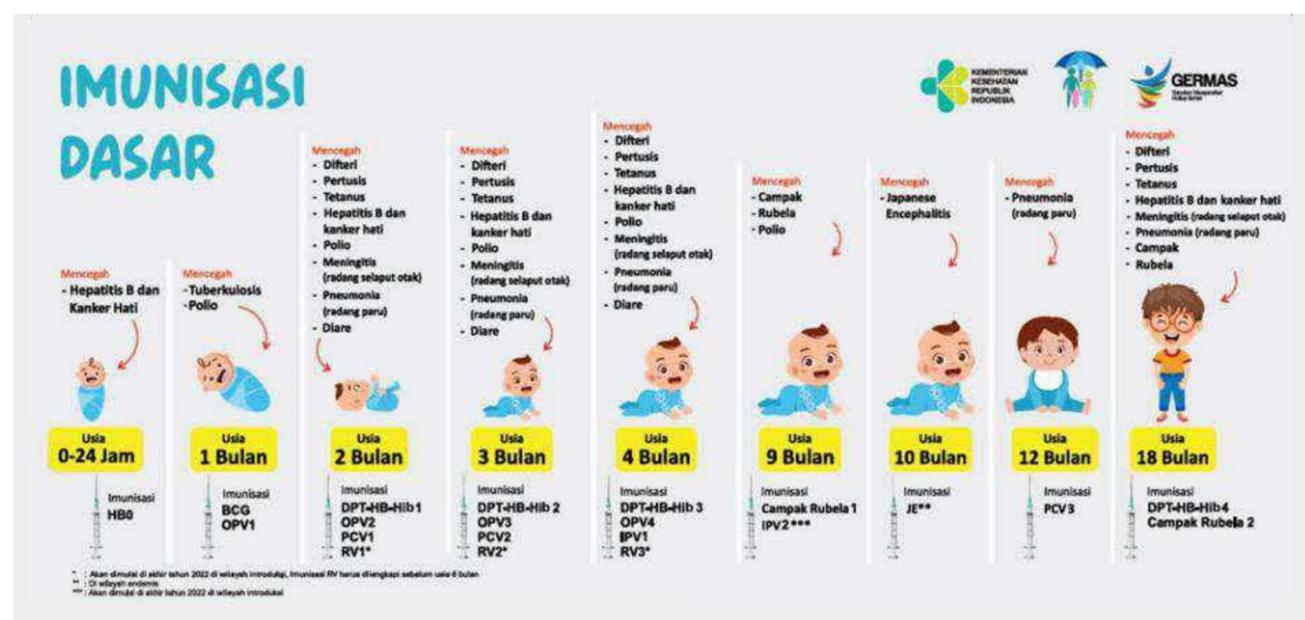
Menggunakan **masker dengan filtrasi tinggi (misalnya KF94 atau N95)** dapat membantu menyaring udara yang dihirup dan **mengurangi risiko terpapar partikel berbahaya**, terutama saat indeks kualitas udara (AQI) sedang buruk.

2. Lengkapi Imunisasi Dasar Balita

Imunisasi adalah perlindungan utama terhadap infeksi saluran napas bawah seperti pneumonia. Dua jenis imunisasi penting untuk pencegahan pneumonia pada balita:

- **HiB (Haemophilus influenzae tipe B)**
- **PCV (Pneumococcal Conjugate Vaccine)**

Pemerintah telah menetapkan jadwal imunisasi balita melalui program nasional dari Kementerian Kesehatan.

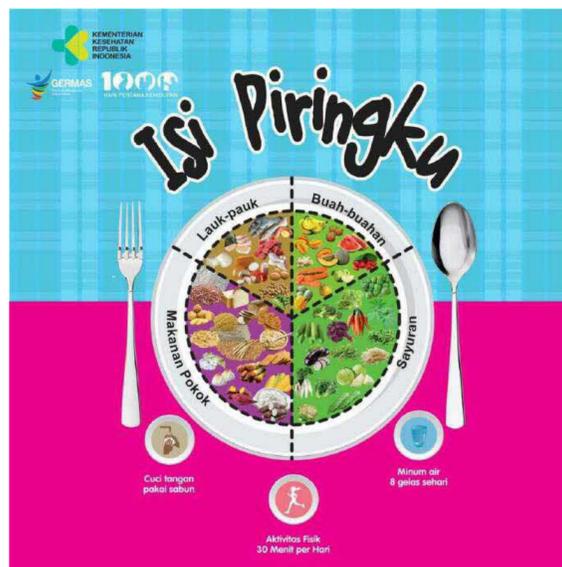


Grafik 15: Jadwal Imunisasi Dasar Balita, sumber dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

3. Penuhi Kebutuhan Gizi Seimbang

Gizi yang baik memperkuat daya tahan tubuh balita dalam menghadapi infeksi. Program "**Isi Piringku**" dari Kemenkes mendorong konsumsi makanan pokok, protein, sayur, dan buah dalam porsi seimbang. Dilengkapi dengan:

- Minum air putih min. 8 gelas/hari
- Aktivitas fisik 30 menit
- Cuci tangan sebelum makan



Grafik 16: Panduan Gizi Seimbang, sumber dari Kemenkes

4. Biasakan Cuci Tangan dengan Sabun

Pneumonia bisa ditularkan melalui tangan yang terkontaminasi virus atau bakteri. Ajarkan balita **6 Langkah Cuci Tangan Pakai Sabun selama 60 detik**, terutama sebelum makan dan setelah bermain.



Grafik 17: 6 Langkah Cuci Tangan Pakai Sabun, sumber dari Kemenkes

4. Lindungi Balita dari Paparan Orang Terinfeksi

Karena pneumonia dapat menyebar lewat udara, penting untuk:

- Menghindari paparan langsung dengan orang yang sedang sakit batuk/pilek
- Menciptakan **lingkungan rumah yang bersih dan berventilasi baik**
- Menjaga jarak dan menerapkan etika batuk

Balita adalah kelompok rentan dengan sistem imun yang belum sempurna. Mencegah lebih baik daripada mengobati—dan semua langkah di atas merupakan bagian dari **investasi perlindungan jangka panjang terhadap kesehatan paru-paru generasi masa depan. Mari lindungi napas kecil mereka, karena setiap tarikan nafas adalah harapan.**

Daftar Pustaka

- 1 BMKG. Istilah Dalam Informasi Iklim [Internet]. 2020. Available from: <https://staklim-ntb.bmkg.go.id/pemahaman-iklim>
- 2 Cheng, C.Y. et al. (2019) 'Ambient air pollution is associated with pediatric pneumonia: A time-stratified case-crossover study in an urban area', *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 18(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12940-019-0520-4> .
- 3 Espitia-Pérez L, Jiménez-Vidal L and Espitia-Pérez P (2020) Particulate Matter Exposure: Genomic Instability, Disease, and Cancer Risk. *Environmental Health - Management and Prevention Practices*. IntechOpen. Available at: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.86536> .
- 4 Fitratunnisa. Erni Pelita et al. (2023) 'Laporan Akhir Kegiatan Pemantauan Kualitas Udara Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023', pp. 20–73.
- 5 Gotter A, Marceau A. 5 Tips for Preventing Pneumonia [Internet]. 2025. Available from: <https://www.healthline.com/health/how-to-prevent-pneumonia#wash-your-hands>
- 6 Haryanto, B. et al. (2025) 'Associations Between Ambient PM2.5 Levels and Children's Pneumonia and Asthma During the COVID-19 Pandemic in Greater Jakarta (Jabodetabek)', *Annals of global health*, 91(1), p. 10. Available at: <https://doi.org/10.5334/aogh.4623> .
- 7 IARC (2016) Outdoor Air Pollution. IARC Monograph 109. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK368029/> .
- 8 Kim HJ, Lee HW, Park J, Lee CH, Lee CH. Short-term exposure to fine particulate matter and pneumonia-related hospitalizations: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res Lett*. 2019;15(12).
- 9 Kemenlhk (2020) 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 14 Tentang Indeks Standar Pencemaran Udara'.
- 10 Maksum TS, Tarigan SFN. Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Partikel Debu (Pm2.5) Dari Aktivitas Transportasi. *Jambura Heal Sport J*. 2022;4(1):19–28.
- 11 Munggaran, G.A., Kusnoputranto, H. and Ariyanto, J. (2024) 'Korelasi Polusi Udara dengan Insiden Pneumonia Balita di DKI Jakarta pada Tahun 2017-2020', *Jurnal Promotif Preventif*, 7(1), pp. 123–135. Available at: <https://doi.org/10.47650/jpp.v7i1.1071> .
- 12 Medecins Sans Frontieres. Pneumonia in Children Under 5 Years of Age [Internet]. 2025. Available from: <https://medicalguidelines.msf.org/en/viewport/CG/english/pneumonia-in-children-under-5-years-of-age-16689531.html>

- 13 Mousavizadeh M, Alizadeh O, Hodges KI, Simmonds I. Causality in the Winter Interaction Between Extratropical Storm Tracks, Atmospheric Circulation, and Arctic Sea Ice Loss. *J Geophys Res Atmos.* 2025;130(5).
- 14 National Park Service (2018) 'Where Does Air Pollution Come From?' Available at: <https://www.nps.gov/subjects/air/sources.htm>
- 15 Nemours Kids Health. 2023. Pneumonia in Kids. Available from: <https://kidshealth.org/en/parents/pneumonia.html>
- 16 NSW Government (2020) Particulate matter (PM10 and PM2,5). Available at: <https://www.health.nsw.gov.au/environment/air/Pages/particulate-matter.aspx> .
- 17 Pemerintah Pusat. Keputusan Presiden Nomor 17 Tahun 2023 tentang Penetapan Berakhirnya Status Pandemi Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) di Indonesia. Jakarta Pemerintah Pus. 2023;(167292):1–3.
- 18 Pryor, J.T., Cowley, L.O. and Simonds, S.E. (2022) 'The Physiological Effects of Air Pollution: Particulate Matter, Physiology and Disease', *Frontiers in Public Health*, 10(July), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.882569> .
- 19 Requia WJ, Jhun I, Coull BA, Koutrakis P. Climate impact on ambient PM2.5 elemental concentration in the United States: A trend analysis over the last 30 years. *Environ Int.* 2019;131(July).
- 20 Shi W, Liu C, Annesi-Maesano I, Norback D, Deng Q, Huang C, et al. Ambient PM2.5 and its chemical constituents on lifetime-ever pneumonia in Chinese children: A multi-center study. *Environ Int [Internet]*. 2021;146:106176. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106176>
- 21 UNICEF. Lembaga Kesehatan dan Anak Memperingati Satu Anak Meninggal Akibat Pneumonia Setiap 39 Detik [Internet]. 2019. Available from: <https://www.unicef.org/indonesia/id/siaran-pers/lembaga-kesehatan-dan-anak-memperingatkan-satu-anak-meninggal-akibat-pneumonia-setiap-39>
- 22 Wei, C., Xu, F. and Wang, J. (2021) 'Analysis of Influencing Factors of Pediatric Pneumonia based on Regression Analysis Method', pp. 542–548. Available at: <https://doi.org/10.24205/03276716.2020.2050> .
- 23 WHO. pneumonia pada anak-anak [Internet]. 2022. Available from: https://www-who-int.translate.google.com/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia_x_tr_sl=en&x_tr_tl=id&x_tr_hl=id&x_tr_pto=sge#:~:text=Fakta-fakta penting,menerima antibiotik yang mereka butuhkan .