



 nafas ×  halodoc

Udara Buruk Jabodetabek
Berpotensi Tingkatkan
Kasus Penyakit Pernapasan
hingga 34%!

SEPTEMBER 2023

Latar Belakang Nafas dan Halodoc

Kesehatan masyarakat merupakan elemen penting dalam mewujudkan kemajuan suatu negara.

Indonesia memiliki misi untuk memperkuat kesehatan masyarakat, yang menjadi salah satu sasaran transformasi sosial guna mencapai visi Indonesia Emas 2045. Pun dalam mempercepat realisasi tujuan tersebut, perlu adanya dukungan dan kolaborasi antar pihak lintas sektor untuk memastikan aspek kesehatan menjadi hak seluruh masyarakat Indonesia secara inklusif pada kondisi apapun, bahkan termasuk di tengah kondisi polusi udara yang tak menentu.

Polusi udara telah menjadi perhatian masyarakat dalam beberapa tahun terakhir, namun mulai pertengahan tahun 2023 kondisi polusi udara menyita perhatian karena memburuk dan memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat. Penanganan polusi udara ini membutuhkan komitmen jangka panjang dari berbagai pihak. Nafas sebagai salah satu aplikasi pemantauan kualitas udara di Indonesia, saat ini berkolaborasi dengan Halodoc, ekosistem layanan kesehatan digital dalam memberikan edukasi mengenai dampak polusi udara terhadap kesehatan.

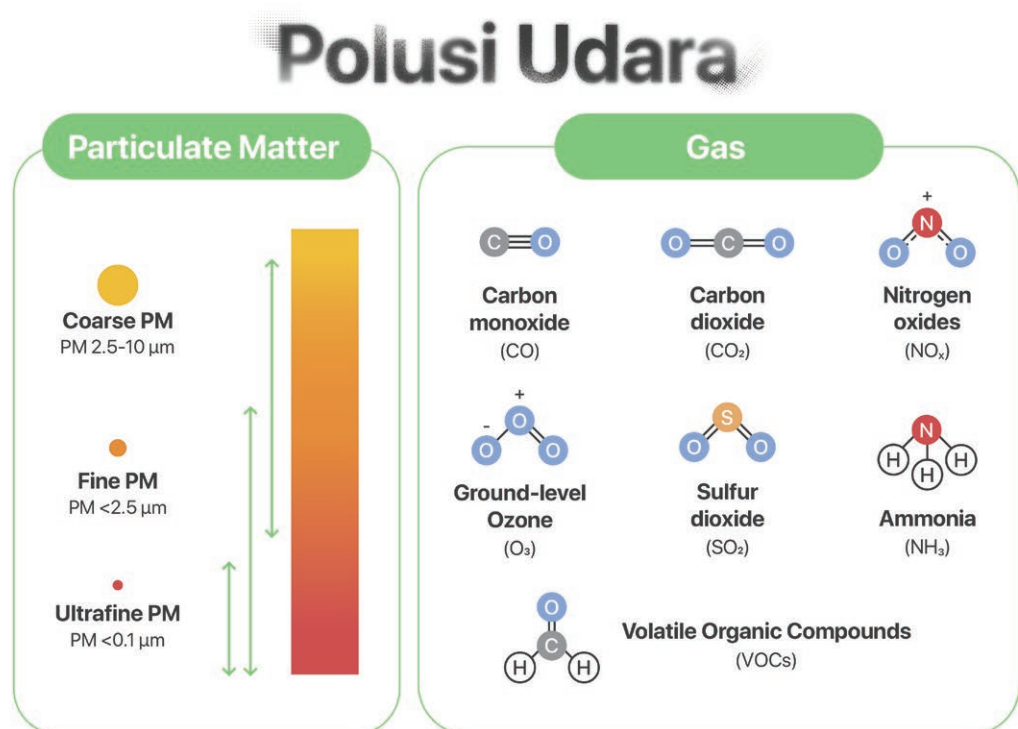
Laporan ini bertujuan untuk memberikan wawasan terkini mengenai kondisi kualitas udara di Jabodetabek melalui metode statistik yang digagas oleh Nafas. Laporan ini turut menyajikan berbagai temuan dari komponen polusi udara dan bagaimana hal tersebut dapat berpotensi memberikan dampak pada kesehatan. Pada laporan ini, terdapat rekomendasi dan langkah-langkah tepat dalam menjaga kesehatan di tengah polusi udara dari para ahlinya. Serta, dampak jangka pendek dari kondisi polusi udara yang memburuk bagi kesehatan.

Laporan ini merupakan studi terbatas, data yang digunakan hanya dari Nafas dan Halodoc yang ditunjukkan untuk kalangan terbatas. Inisiatif kolaborasi ini menjadi gerakan dari Nafas dan Halodoc untuk membantu, mendorong masyarakat Indonesia untuk lebih peduli terhadap kondisi kualitas udara serta tetap sigap menjaga kesehatan.

Polusi Udara, Topik yang Sedang Ramai Diperbincangkan

Akhir-akhir ini, polusi udara menjadi topik hangat di kalangan masyarakat khususnya di Jabodetabek.

Polusi udara adalah tercemarnya udara yang kita hirup saat bernapas oleh zat-zat berbahaya yang ada di udara. Polusi udara terdiri atas dua jenis, yaitu polusi berwujud partikel seperti PM1, PM2.5, PM10 dan berwujud gas seperti O_3 , SO_2 , NO_x dan CO.



Polusi udara memiliki dampak yang berbahaya bagi manusia dan organisme hidup lainnya. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh *Air Quality Life Index* (AQLI) pada 2022, Angka Harapan Hidup (AHH) masyarakat Indonesia dapat berkurang 2.2 tahun secara rata-rata jika terus menghirup polusi udara yang kurang baik.

Penelitian PM2.5 terhadap Kesehatan Masyarakat Indonesia Masih Sedikit

Indonesia merupakan salah satu negara yang menyumbang tiga perempat beban polusi udara global (*Air Quality Life Index*, 2023).

Sayangnya, kesadaran masyarakat terhadap bahaya kesehatan dari polusi udara masih kurang. Hal ini menjadi salah satu poin krusial karena akses kepada data polusi hiperlokal masih sulit didapatkan, dan di samping itu jumlah riset lokal yang mengkaji dampak polusi udara terhadap kesehatan di Indonesia masih sedikit.

Polusi udara dapat berdampak pada kesehatan serta menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup signifikan, terlihat dari beban biaya kesehatan yang tinggi. Salah satu studi yang dilakukan Syuhada et al. (2023) memperlihatkan bahwa dampak kesehatan dari paparan partikel halus (PM2.5) dan *ground level ozone* (O₃) di Indonesia merugikan lebih dari 7.000 anak-anak, 10.000 kematian, dan 5.000 rawat inap yang dapat dikaitkan dengan polusi udara Jakarta setiap tahunnya. Kerugian biaya kesehatan dari dampak polusi udara mencapai USD 2.943,42 juta setiap tahunnya (Syuhada et al., 2023, 11).

Berdasarkan *World Health Organization* (2021), polusi udara mengakibatkan sekitar 7 juta orang di dunia meninggal setiap tahunnya. Faktor utama yang mempengaruhi beban penyakit di seluruh dunia adalah paparan PM2.5, atau yang dikenal partikel halus. Di sisi lain, menurut *World Bank* (2021), selama puluhan tahun sudah banyak penelitian global yang menunjukkan bahwa polusi PM2.5 sangat berbahaya bagi manusia.

Penelitian terkait dampak paparan PM2.5 dalam jangka waktu panjang dan pendek sudah banyak dilakukan oleh beberapa negara. Negara-negara seperti China dan Korea seringkali melakukan publikasi mengenai dampak polusi PM2.5 terhadap kesehatan masyarakat, beberapa hasil kajian berkontribusi pada pengembangan kebijakan publik. Beberapa diantaranya ditemukan keterkaitan antara PM2.5 dengan stunting di Afrika Timur, untuk setiap kenaikan 10 µg/m³ PM2.5 meningkatkan 9% potensi stunting (Clarke et al., 2022).

Beberapa studi yang pernah dilakukan di Indonesia diantaranya mengkaji hubungan antara PM2.5 dengan komposisi kimia dan potensi penyakit. Sebagai contoh, studi menunjukkan paparan PM2.5 saat kebakaran hutan di Kepulauan Riau yang berisiko menyebabkan penyakit kanker didominasi oleh logam berat Kromium (Cr) dan Kobalt (Co) pada tahun 2022 (Siregar et al., 2022). Sedangkan studi lain menemukan adanya keterkaitan antara kemunculan risiko penyakit diabetes melitus dipicu dengan paparan PM2.5 untuk setiap kenaikan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di Indonesia (Suryadhi et al., 2020).

Studi mengenai persentase risiko yang disebabkan oleh PM2.5 terhadap berbagai penyakit di Indonesia masih perlu diperbanyak. Salah satu studi yang dilakukan di Indonesia menunjukkan untuk setiap kenaikan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5 terkait dengan peningkatan sebesar 0.34 mg/dL kadar glukosa puasa dan dampaknya lebih terasa pada partisipan dengan hipertensi dan aktivitas fisik tinggi di Yogyakarta (Yu et al., 2019).

Penyakit pernapasan menjadi masalah kesehatan masyarakat utama yang memberikan beban penyakit sangat besar pada masyarakat (Lancet, 2018). Adapun dua faktor risiko yang paling dominan menyebabkan penyakit pernapasan, yaitu faktor perilaku (contoh: merokok) dan lingkungan (contoh: polusi udara) (Li et al., 2017). Banyak penelitian membahas lebih lanjut mengenai hubungan antara polusi PM2.5 dengan penyakit pernapasan, namun sebagian kecil dari studi tersebut dilakukan di Indonesia. Oleh sebab itu, dampak polusi PM2.5 terhadap penyakit pernapasan perlu penelitian lebih lanjut. Laporan analisis ini dibuat dengan tujuan melengkapi studi-studi yang sudah ada sehingga dapat dijadikan referensi dan sarana edukasi tambahan bagi masyarakat terkait polusi PM2.5 dan potensinya terhadap penyakit pernapasan di Jabodetabek.

Dengan mempertimbangkan keterbatasan studi yang dilakukan, kami mulai menyusun studi lokal karena:

- 1 Banyak studi yang menekankan dampak polusi udara dalam jangka pendek terhadap penyakit pernapasan namun sebagian besar dilakukan di negara dengan level rata-rata polusi udara rendah.
- 2 Kurangnya studi lokal yang dilakukan di Indonesia mencakup permasalahan terhadap dampak penyakit pernapasan dalam jangka pendek akibat dari polusi PM2.5.

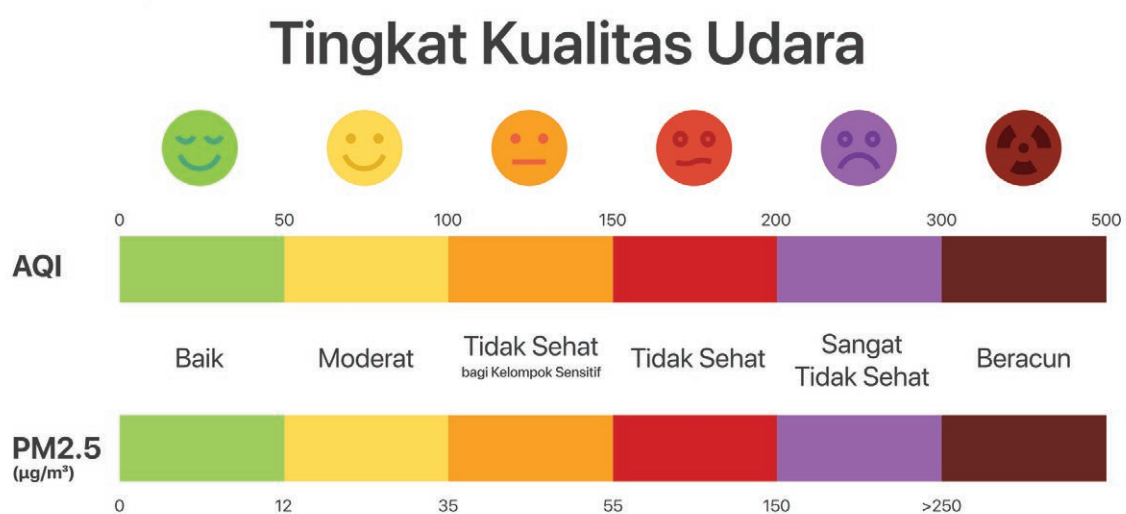
Maka dari itu, Nafas berkolaborasi dengan Halodoc melakukan sebuah penelitian terbatas dengan tujuan:

- 1 Melengkapi studi yang sudah ada mengenai polusi PM2.5 dan potensi penyakit pernapasan.
- 2 Membuka wawasan tentang dampak polusi PM2.5 terhadap risiko penyakit pernapasan di wilayah Jabodetabek.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode statistik deskriptif analisis. Metode ini mengkaji hubungan keterkaitan antara polusi PM2.5 dengan rata-rata kasus/keluhan penyakit pernapasan pada aplikasi Halodoc selama periode Juni-Agustus 2023.

- 1 Nafas mengumpulkan data polusi udara secara *real-time* yang berasal dari *low cost sensor* tersebar di 180 titik lokasi di Indonesia. Paparan polusi PM2.5 menjadi fokus utama di studi ini karena berpotensi menimbulkan beban penyakit (WHO, 2021). Pada studi ini, pengukuran PM2.5 dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- 2 Nafas menggunakan indeks kualitas udara agar mudah memahami kualitas udara yang dihirup dengan menggunakan kode warna. Studi ini menggunakan indeks *air quality index* (AQI) US EPA dengan mempertimbangkan dampak kesehatan pada kelompok sensitif (PM2.5 dalam rentang 35 - 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), seperti anak-anak, lansia, ibu hamil serta orang dengan gangguan pernapasan.



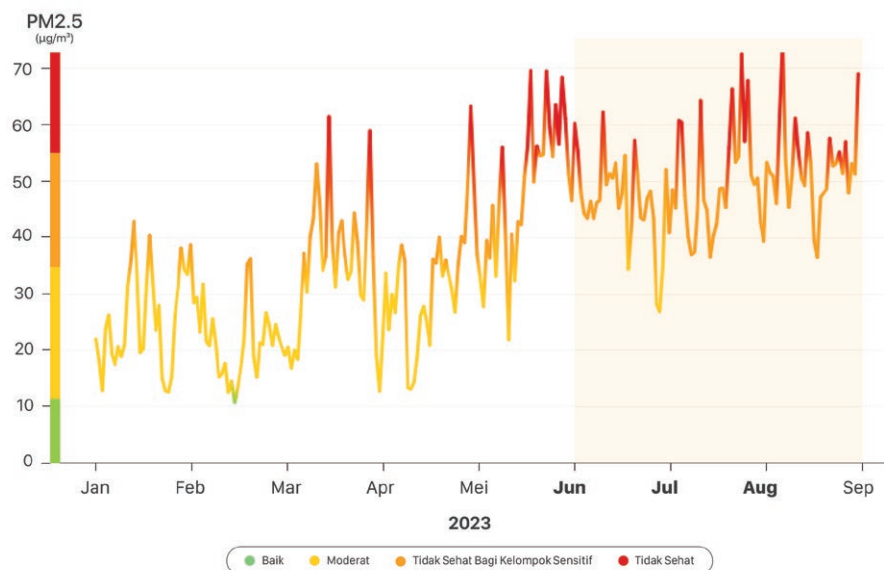
Gambar 1. Kategori indeks kualitas udara US EPA berdasarkan konsentrasi polusi PM2.5 yang digunakan Nafas.

- 3 Nafas mendapatkan bantuan dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia untuk menentukan kode penyakit ICD10 yang paling sering dikaitkan dengan polusi PM2.5 untuk penyakit pernapasan yaitu ICD10-J.

Asma	Bronkitis	Influenza	Rhinitis	Sinusitis	Lainnya			
J45	J18.0	J10	J30	J32	J25.2	J33.0	J37.0	J69
J45.0	J20	J10.0	J30.3	J32.0	J12	J33.9	J37.1	J80
J45.1	J20.3	J10.1	J30.1	J32.9	J12.1	J34	J38	J81
J45.9	J20.6	J10.8	J30.2		J12.8	J34.0	J38.2	J84
J46	J20.9	J11	J30.3		J13	J34.2	J38.3	J84.1
	J21	J11.1	J30.3		J15	J34.3	J38.4	J90
	J21.9	J11.1	J30.4		J17	J34.8	J39	J93
	J40		J31		J18	J35	J39.3	J94
	J41		J31.0		J18.8	J35.0	J39.8	J98
	J41.0				J18.9	J35.1	J39.9	J98.6
	J41.1				J22	J35.2	J43	J98.9
	J42				J31.1	J35.9	J44	
	J47				J31.2	J36	J44.1	
	J98.0				J33	J37	J44.9	

Tabel 1.
List ICD10-J penyakit Asma, Bronkitis, Influenza, Rhinitis, Sinusitis dan lainnya.

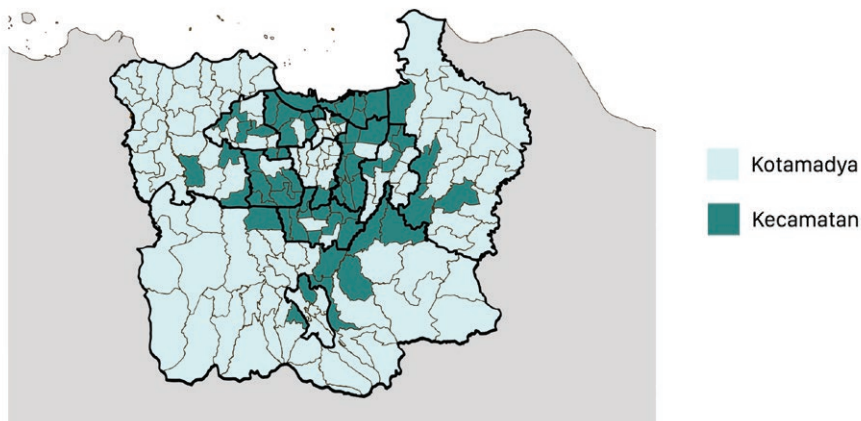
- 4 Nafas melakukan pemilihan waktu berdasarkan bulan dengan tren polusi tertinggi. Kondisi PM2.5 pada bulan Juni - Agustus 2023 menggambarkan tren polusi tinggi, dan menjadikan bulan-bulan ini landasan untuk durasi kajian studi kolaboratif.



Gambar 2.
Tren polusi PM2.5 di Jabodetabek dari bulan Januari hingga Agustus 2023.

- 5 Nafas berkolaborasi dengan Halodoc untuk menghimpun informasi rata-rata keluhan penyakit secara anonim yang mencakup waktu dan lokasi di wilayah Jabodetabek. Persebaran demografi spasial user Halodoc tidak diperhitungkan dalam studi ini. Studi ini hanya merepresentasikan contoh kasus telekonsultasi pada aplikasi Halodoc selama Juni-Agustus 2023. Kasus telekonsultasi Halodoc terkait keluhan penyakit pernapasan dapat disebabkan berbagai faktor, salah satunya kondisi kesehatan pengguna. Informasi yang disediakan hanya digunakan untuk edukasi dan informasi studi.
- 6 Studi ini menggabungkan informasi yang dihimpun Nafas terkait persebaran lokasi sensor di 73 kecamatan di Jabodetabek dan informasi yang dihimpun Halodoc pada Juni-Agustus 2023. Lokasi studi dapat dilihat pada peta dan tabel di bawah ini.

Area Pengambilan Sampel



Kotamadya	Kecamatan	Kotamadya	Kecamatan
Bekasi	Bekasi Selatan	Jakarta Pusat	Kemayoran
	Bekasi Utara		Menteng
	Cikarang Selatan		Tanah Abang
	Medan Satria		Cakung
	Pondok Gede		Cipayung
	Tambun Selatan		Ciracas
Bogor	Tarumajaya	Jakarta Timur	Duren Sawit
	Babakan Madang		Jatinegara
	Cibinong		Kramat Jati
	Cileungsi		Mekasar
	Ciomas		Pulo Gadung
	Gunung Putri	Jakarta Utara	Cilincing
	Gunung Sindur		Kelapa Gading
	Sukaraja		Koja
	Tanah Sereal		Pademangan
	Depok		Beji
Bojongsari		Tanjung Priok	
Cimanggis		Jakarta Selatan	Cilandak
Cinere			Jagakarsa
Limo			Kebayoran Baru
Sawangan			Kebayoran Lama
Sukmajaya	Mampang Prapatan		
Tapos	Pasar Minggu		
Tangerang Selatan	Ciputat	Pesanggrahan	
	Ciputat Timur	Tebet	
	Pamulang	Jakarta Barat	Cengkareng
	Serpong		Grogol Petamburan
	Serpong Utara		Kalideres
	Setu		Kebon Jeruk
Ciledug	Kelapa Dua		
Cipondoh	Kembangan		
Tangerang	Cisauk	Palmerah	
	Larangan	Taman Sari	
	Neglasari	Tambora	
	Panongan		
	Peruk		
	Tangerang		

- 7 Nafas membuat analisis mengenai kondisi polusi PM2.5 di bulan Juni, Juli, dan Agustus 2023 pada lokasi kecamatan yang tersebar di Jabodetabek berdasarkan informasi yang dihimpun oleh jaringan sensor Nafas.

Nafas menentukan *baseline* (batas bawah) dari rata-rata PM2.5 per jam untuk nilai konsentrasi di bawah $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atau nilai PM2.5 yang masuk ke dalam kategori Baik (*Good*) dan Sedang (*Moderate*). Kategori Baik dan Sedang dipilih karena diasumsikan mewakili nilai PM2.5 yang masuk dalam kategori cukup baik untuk dihirup manusia sebelum masuk ke dalam kategori Tidak Sehat untuk Kelompok Sensitif.

- 8 Nafas melakukan penggabungan dua data antara konsentrasi PM2.5 dengan rata-rata keluhan penyakit pernapasan di Halodoc pada bulan Juni-Agustus 2023 agar dapat mengetahui apabila ada korelasi PM2.5 terhadap kasus penyakit pernapasan pada kecamatan terpilih.

Salah satu cara memahaminya keterkaitannya adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$y = kx$$

- y Rata-rata keluhan penyakit pernapasan Halodoc
- k Konstanta Proporsional
- x Baseline PM2.5

Dengan menggunakan *direct variation* (variasi langsung), diketahui persentase kenaikan kasus penyakit pernapasan terhadap kenaikan PM2.5. Analisis dihitung dengan ambang batas kenaikan setiap $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yang menunjukkan perubahan yang signifikan.

Metode *deskriptif analisis* digunakan di tahap ini dengan tujuan untuk menggambarkan korelasi antara PM2.5 dengan rata-rata keluhan penyakit pernafasan melalui telekonsultasi di Halodoc. Setelah itu, dilihat juga dampak dari kenaikan PM2.5 terhadap kenaikan kasus setiap penyakit pernafasan dalam kurun waktu Juni - Agustus 2023.

PM2.5, Si Partikel Kecil Berbahaya

Menurut *World Health Organization* (WHO), PM atau *Particulate Matter* merupakan polutan dengan ancaman dampak signifikan terhadap kesehatan manusia berdasarkan kontribusinya terhadap beban penyakit yang ditimbulkan.

PM terbagi menjadi PM10 dan PM2.5, yang dibedakan berdasarkan ukuran partikel. Partikulat ini memiliki ukuran yang sangat kecil yaitu 20 kali lebih kecil daripada sehelai rambut dan 36 kali lebih kecil daripada sebutir pasir pantai.

<2,5 μm
PM2.5



Partikel pembakaran
Senyawa organik
Logam

<10 μm
PM10



Debu
Serbuk sari
Jamur

~90 μm
Sebutir Pasir Pantai



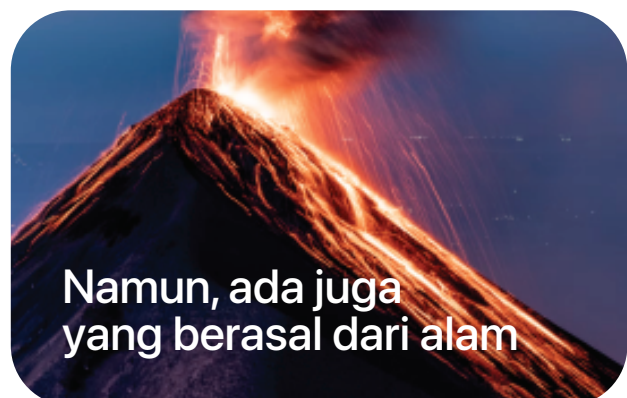
*Diameter dalam milimikron

Dari kedua ukuran partikel ini, PM2.5 dianggap jauh lebih berbahaya terhadap kesehatan karena ukurannya yang sangat kecil sehingga membuat partikel halus ini tidak dapat disaring oleh tubuh kita. Polusi PM2.5 dapat masuk ke tubuh melalui paru-paru dan pembuluh darah yang kemudian berdampak pada keseluruhan organ tubuh. Pada tahun 2021, WHO merevisi ambang batas aman untuk berbagai macam polutan. Untuk PM2.5 mengalami pengetatan *baseline* dari rata-rata tahunan sebesar $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2005) menjadi $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021) dan rata-rata harian dari $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2005) menjadi $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2021).

Berbagai Jenis Sumber Polusi Udara

Sumber polusi PM2.5 dapat berasal dari sumber alami dan antropogenik.

Umumnya, yang paling menjadi perhatian adalah antropogenik sebab didominasi oleh pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil hingga biomassa dan sangat berdampak pada kesehatan manusia.



Berdasarkan penelitian **Vital Strategies** (2019), sumber PM2.5 berasal dari berbagai sumber dengan komposisi kimiawi yang berbeda dengan sumber berikut menjadi kontribusi polusi PM2.5 di Jakarta:



Kendaraan bermotor **32-57%**



Pembakaran terbuka **9-11%**



Pembakaran batu bara **14%**



Aktivitas konstruksi **13%**



Debu jalan **1-9%**



Aerosol sekunder **1-16%**

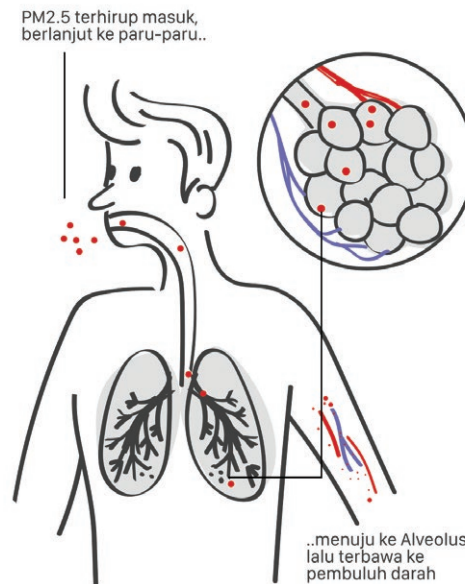


Garam laut **1-22%**

Bahaya Kesehatan PM2.5 yang Tak Kasat Mata

PM2.5 berukuran sangat kecil. Jika terhirup oleh manusia maka akan sulit untuk disaring tubuh dan bisa sampai masuk ke dalam pembuluh darah.

Penemuan partikulat dalam tubuh manusia pun sudah ada, termasuk partikulat hitam pada kelenjar getah bening paru-paru (Ural et al., 2022) hingga sel saluran napas (Lakhdar et al., 2022).



Simulasi saat PM2.5 terhirup dan meracuni tubuh kita. Sumber: US EPA

Walaupun polusi PM2.5 tidak terlihat oleh mata manusia, namun polusi ini memiliki dampak kesehatan terhadap manusia, terutama golongan sensitif seperti lansia, anak-anak, ibu hamil, hingga orang dengan gangguan pernapasan.

Dalam kurun waktu tertentu, paparan dari polusi PM2.5 yang masuk ke dalam tubuh dapat menimbulkan berbagai gejala kesehatan. Gejala yang timbul beragam disebabkan jenis komposisi PM2.5 dan waktu paparan yang berbeda-beda di setiap orang. Penyebab lain seperti genetik, pola makan dan perilaku seperti merokok pun turut berkontribusi.

Kondisi kesehatan setiap orang berbeda, pada sebagian orang yang terpapar PM2.5 akan timbul dalam jangka waktu pendek yang dapat dirasakan dalam waktu hitungan menit, jam, hingga harian, juga pada jangka waktu panjang dalam bulanan hingga tahunan.

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) <hr/> → 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)



4.2

Dampak Kesehatan **Jangka Panjang PM2.5**

Untuk paparan PM2.5 dalam jangka panjang, dapat dirasakan dalam waktu bulan hingga tahun dan mengakibatkan beberapa masalah kesehatan yang cukup serius.

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)

Bukan Hanya Masalah Pernapasan

Paparan PM2.5 juga dapat meningkatkan permasalahan kesehatan seperti risiko penyakit kulit, serangan jantung, gangguan fungsi kognitif, stunting pada anak, kelahiran prematur, berat badan lahir rendah.

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

Penyakit Kardiovaskular	→ 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	→ 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	→ 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	→ 5.1% peningkatan kunjungan medis kasus dermatitis atopik pada anak setiap peningkatan PM2.5 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)

Hasil Analisis

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan, studi ini melihat besaran konsentrasi PM2.5 yang terpapar di berbagai wilayah Jabodetabek dan tren keluhan terkait masalah pernapasan. Studi ini berusaha menelisik titik tengah kedua variabel melalui beberapa pendekatan, di antaranya:

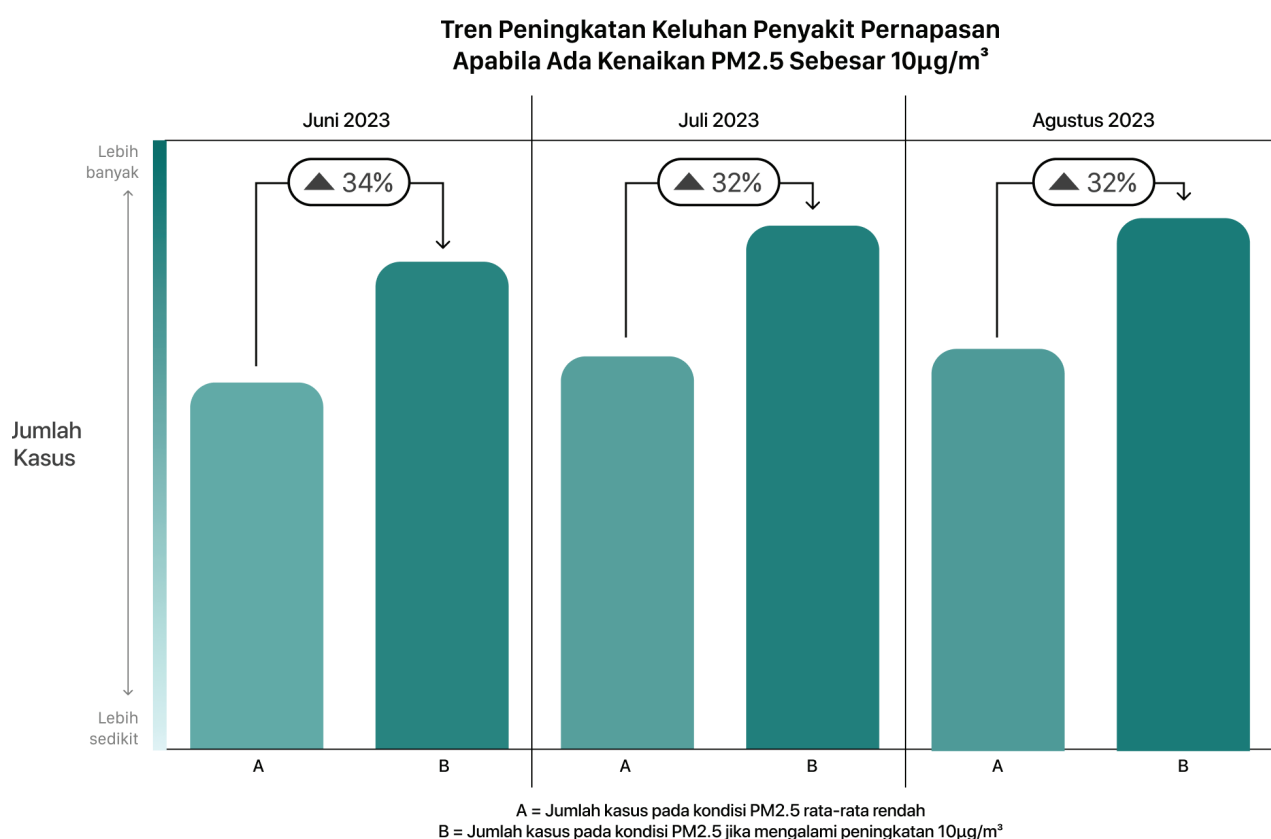
- Peningkatan konsentrasi PM2.5 terhadap kasus pernapasan rata-rata di Jabodetabek
- Peningkatan konsentrasi PM2.5 terhadap kasus pernapasan rata-rata pada tingkat kecamatan di Jabodetabek
- Peningkatan konsentrasi PM2.5 pada konsentrasi di atas 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dalam periode singkat
- Peningkatan konsentrasi PM2.5 pada 5 jenis penyakit pernapasan pada periode singkat
- Peningkatan konsentrasi PM2.5 berdasarkan risiko kelompok usia

Konsentrasi polusi PM2.5 dapat mempengaruhi kondisi kesehatan warga yang tinggal di sekitar lokasi studi. Hal ini dikarenakan karakteristik pola PM2.5 di setiap tempat berbeda yang kemudian mempengaruhi besarnya paparan terhadap manusia. Perbedaan konsentrasi polusi PM2.5 ini bergantung cuaca, iklim mikro, lokasi geografis, topografi, sumber polusi bawaan maupun lokal (Zhan et al., 2019).

Temuan 1

Tren keluhan penyakit pernapasan di bulan Juni meningkat 34% ketika PM2.5 meningkat sebesar $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Berdasarkan perhitungan variasi langsung dengan konstanta proporsionalitas, konsentrasi PM2.5 yang melebihi *baseline* $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk setiap kenaikan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ berpotensi meningkatkan kasus keluhan masalah pernapasan hingga 34%.



Gambar 4.

Persentase kenaikan rata-rata kasus penyakit pernapasan untuk setiap peningkatan PM2.5 sebesar $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada bulan Juni, Juli dan Agustus 2023.

Selama tahun 2023 telah terjadi peningkatan konsentrasi PM2.5 melebihi *baseline* pada bulan Juni, Juli, dan Agustus. Pada saat bersamaan, studi ini menemukan bahwa hal tersebut berpotensi memicu terjadinya peningkatan rata-rata keluhan penyakit pernapasan di bulan Juni dengan persentase sebesar 34%, dan pada bulan Juli-Agustus sebesar 32%.

Temuan 2

Polusi meningkat, persentase keluhan penyakit pernapasan di setiap kecamatan meningkat hingga 41%

Berdasarkan data yang dihimpun dari 73 kecamatan di Jabodetabek, terdapat 20 kecamatan dengan persentase kenaikan keluhan masalah pernapasan tertinggi berdasarkan kenaikan PM2.5 sebesar $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

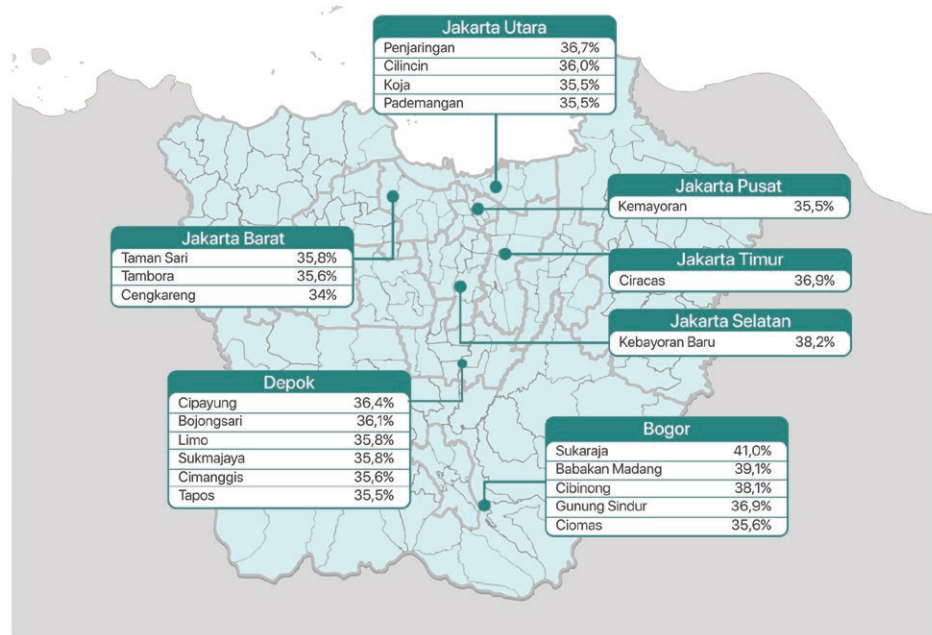
Persentase Rata-rata Keluhan per Kecamatan Juni-Agustus 2023

Dengan perhitungan variasi langsung dengan konstanta proporsionalitas, ditemukan bahwa ada kenaikan persentase keluhan penyakit pernapasan di beberapa wilayah di Jabodetabek sebesar 30,6% - 41%.

Sementara itu, apabila dibandingkan dengan seluruh data kecamatan, bulan Juni memiliki jumlah persentase keluhan masalah pernapasan tertinggi, sedangkan bulan Agustus memiliki persentase keluhan paling rendah.

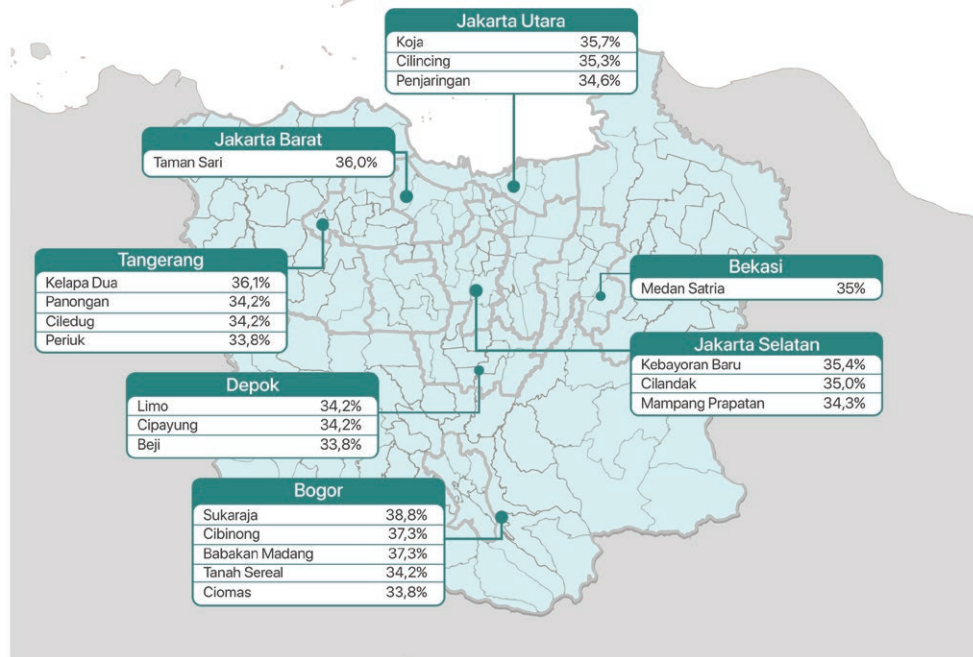
Persentase Peningkatan Konsultasi berdasarkan Kecamatan

Juni 2023



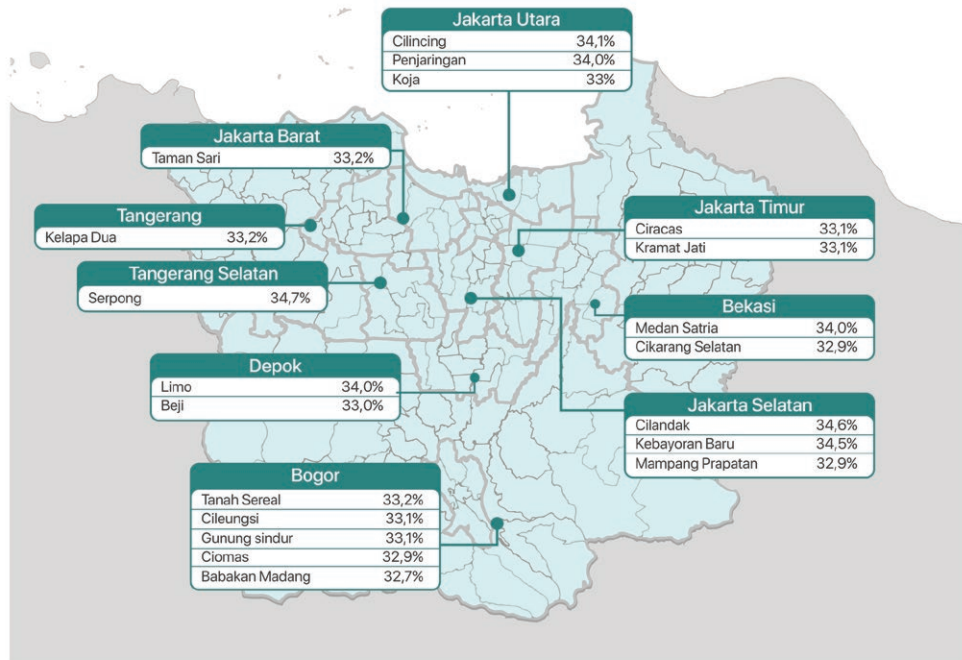
Persentase Peningkatan Konsultasi berdasarkan Kecamatan

Juli 2023



Persentase Peningkatan Konsultasi berdasarkan Kecamatan

Agustus 2023



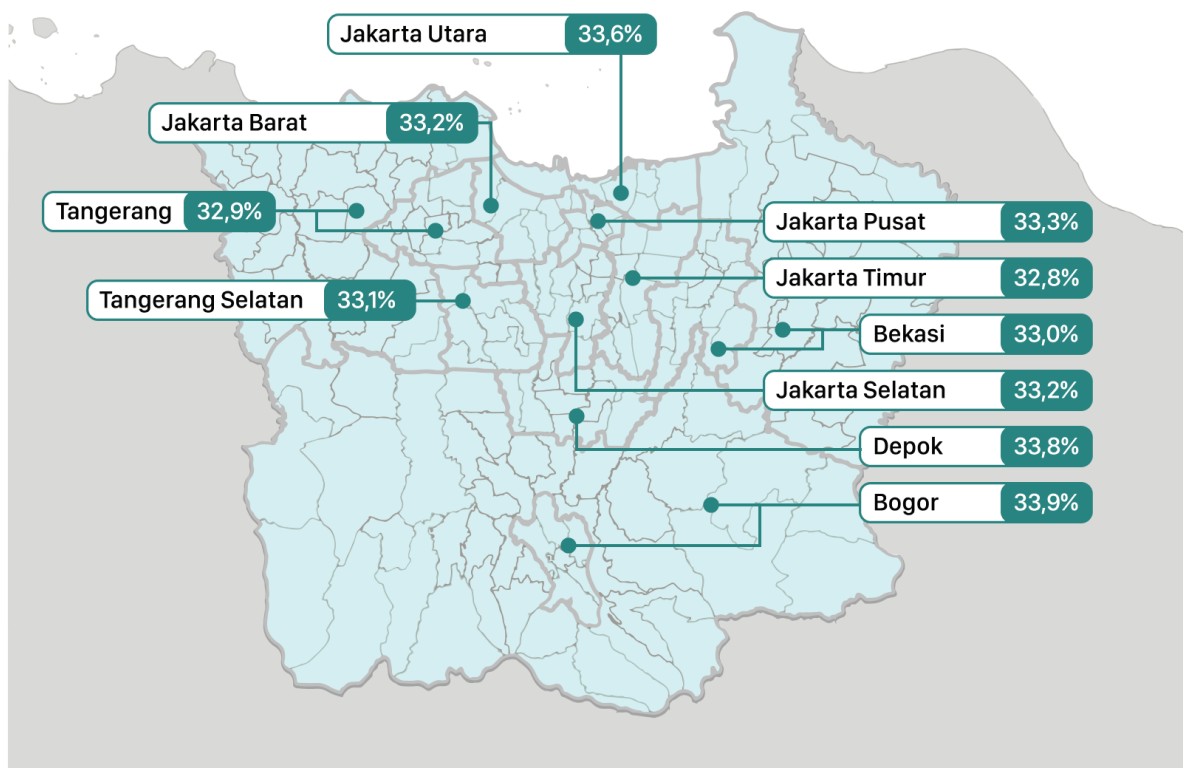
Gambar 5.

Peta persentase keluhan masalah pernapasan untuk 20 kecamatan dengan peningkatan tertinggi setiap PM2.5 naik 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bulan (a) Juni, (b) Juli, dan (c) Agustus 2023.

Persentase Rata-rata Keluhan di Kotamadya Juni-Agustus 2023

Banyak wilayah di Jabodetabek mengalami kenaikan persentase keluhan penyakit pernapasan yang tertera pada gambar berikut.

Persentase Peningkatan Konsultasi berdasarkan Kotamadya Juni - Agustus 2023



Gambar 6.

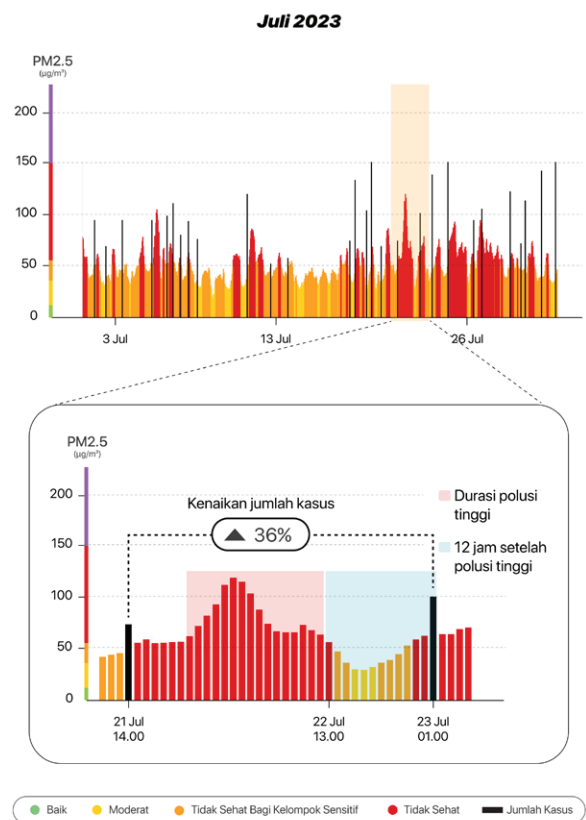
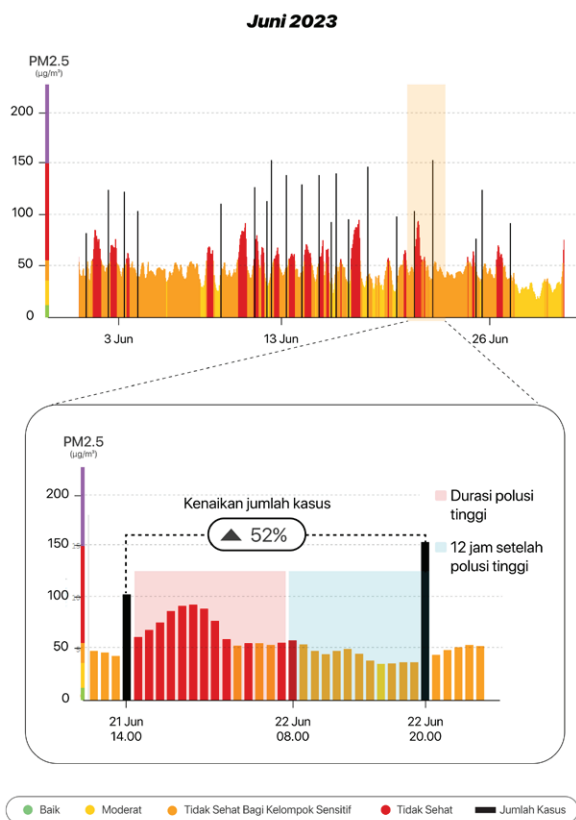
Peta persebaran persentase peningkatan keluhan pernapasan setiap PM2.5 naik 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di berbagai wilayah Jabodetabek selama Juni, Juli, dan Agustus 2023

Dalam cakupan kota, untuk setiap kenaikan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada PM2.5 di atas baseline (31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) meningkatkan keluhan masalah pernapasan tertinggi di wilayah Bogor yaitu sebesar 33.9%, disusul dengan wilayah Depok 33.8% dan Jakarta Utara 33.6% selama bulan Juni, Juli, dan Agustus 2023.

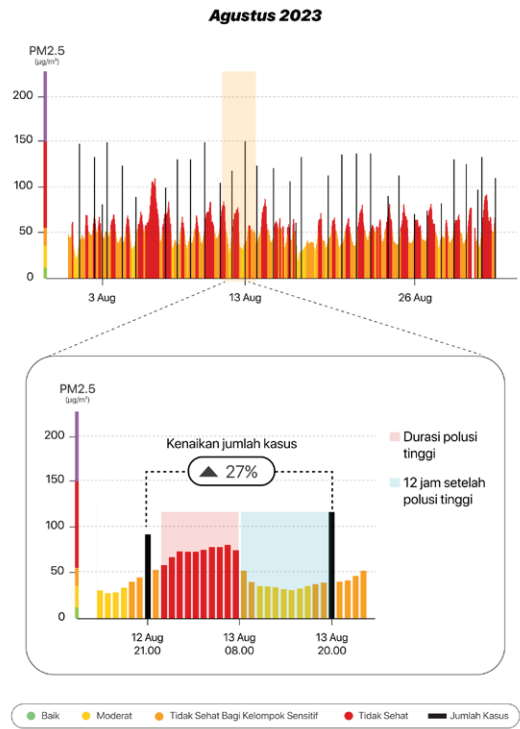
Temuan 3

Konsentrasi PM2.5 $\geq 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kategori Tidak Sehat) berisiko menimbulkan keluhan pernapasan dalam rentang waktu 12 jam

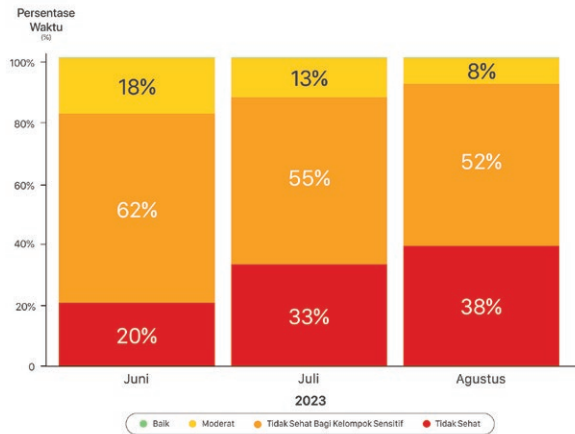
Berdasarkan data spesifik di bulan Juni-Agustus 2023, studi ini menemukan tren keluhan masalah pernapasan tertinggi dalam rentang waktu 12 jam pasca peningkatan PM2.5 dengan konsentrasi lebih besar dari $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Gambar 7.
 Hubungan antara puncak konsentrasi PM2.5 di atas 55 µg/m³ dan rata-rata keluhan pernapasan di Halodoc dalam kurun waktu 12 jam



Semakin sering frekuensi kejadian PM2.5 di atas 55 µg/m³, maka semakin tinggi pula frekuensi peningkatan keluhan penyakit pernapasan seperti yang terlihat di bulan Agustus 2023 (Gambar 7). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi PM2.5 melebihi 55 µg/m³ berpotensi memicu keluhan pernapasan dalam jangka waktu 12 jam.



Gambar 8.
 Persentase waktu (dalam jam) PM2.5 di rentang kategori Sedang (kuning), Tidak Sehat untuk Sensitif (oranye) dan Tidak Sehat (merah) di Jabodetabek pada Juni, Juli dan Agustus 2023.

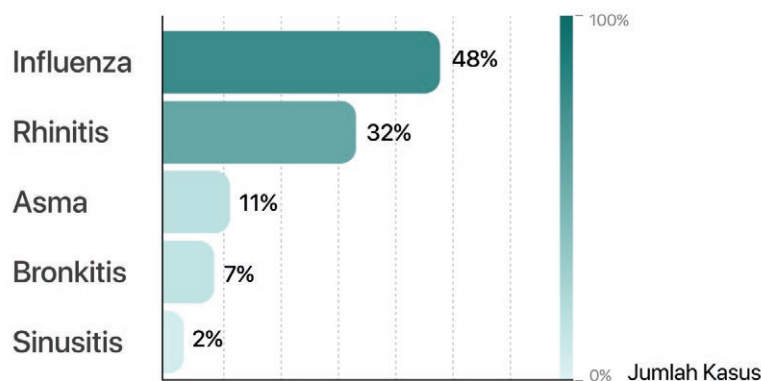
Dari ketiga bulan yang dianalisis pada studi ini, terlihat bahwa bulan Agustus memiliki frekuensi peningkatan keluhan penyakit pernapasan paling sering dibandingkan bulan lainnya. Hal ini terjadi karena jumlah kondisi udara dalam kategori Tidak Sehat (PM2.5 dengan konsentrasi 55 hingga 150 µg/m³) pada bulan Agustus terbilang tinggi yaitu sebesar 38% (Gambar 8).

Studi ini melihat bahwa semakin sering kondisi udara dalam kategori Tidak Sehat, turut memicu peningkatan keluhan penyakit pernapasan.

Temuan 4

Polusi tinggi, keluhan terkait Bronkitis dan Asma meningkat 5 kali lipat dalam kurun waktu 48 jam

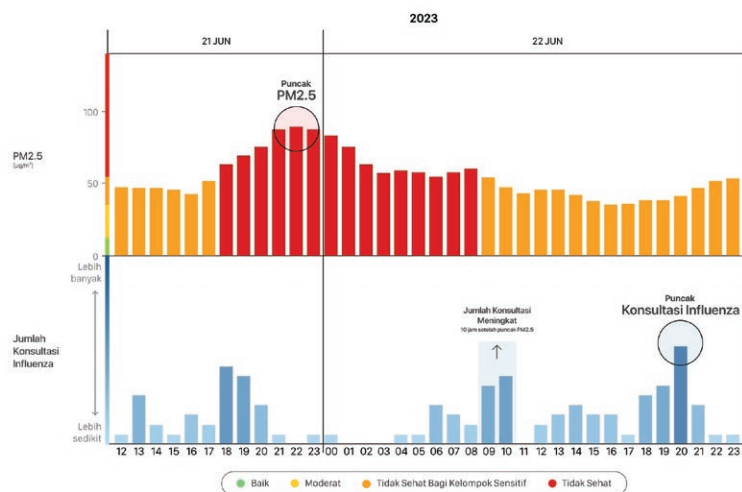
Polusi PM2.5 dapat memicu berbagai penyakit pernapasan. Sebagian orang dapat bergejala ringan atau berat, bergantung pada faktor-faktor lain selain polusi. Dalam studi ini, beberapa penyakit pernapasan yang difokuskan adalah rhinitis, bronkitis, influenza, asma dan sinusitis.



Gambar 9.

Gambaran jumlah kasus penyakit pernapasan selama Juni - Agustus 2023 di Jabodetabek untuk penyakit influenza, rhinitis, asma, bronkitis dan sinusitis.

Berdasarkan grafik di bawah (Gambar 10), data menunjukkan persentase tren keluhan pernapasan terhadap polusi PM2.5 dalam jangka 3-48 jam. Konsentrasi PM2.5 per jam disandingkan dengan rata-rata telekonsultasi pada aplikasi Halodoc per jam (terkait masalah pernapasan).



Gambar 10.

Contoh grafik perhitungan persentase tren keluhan penyakit Influenza terhadap PM2.5 dalam kurun waktu tertentu.

Penyakit	Kenaikan Konsultasi	Jendela Waktu (Jam)
Rhinitis	2 - 4 X	12 - 15
Bronkitis	1 - 5 X	15 - 48
Influenza	2 - 3 X	6 - 15
Asma	1 - 5 X	3 - 48
Sinusitis	2 - 3 X	3 - 12

Tabel 5.

Kelipatan kenaikan keluhan untuk setiap penyakit pernapasandalam kurun waktu tertentu untuk keseluruhan bulan Juni, Juli, dan Agustus tahun 2023.

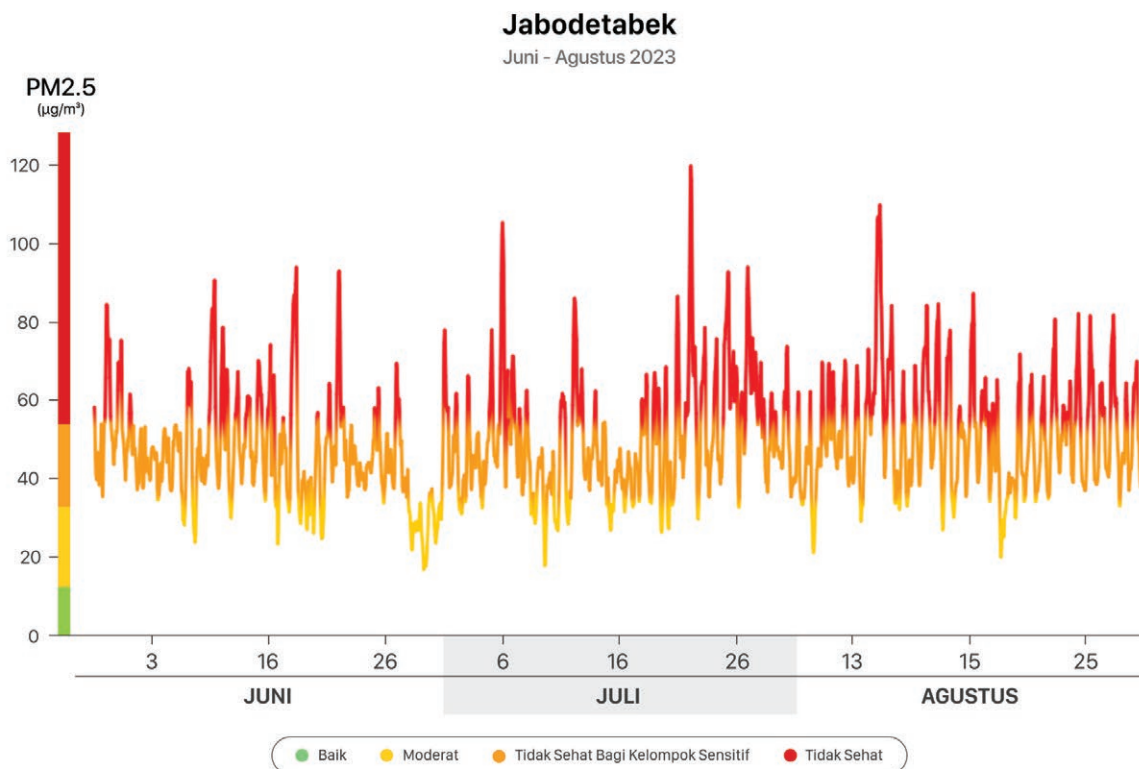
Secara rata-rata, semua jenis penyakit pernapasan yang dikaji mengalami peningkatan kasus sebesar 17% dalam kurun waktu 1 - 2 hari setelah polusi tinggi. Penyakit Sinusitis dan Asma menjadi penyakit yang mengalami kemunculan kasus tercepat (3 - 48 jam) serta penyakit Asma dan Bronkitis mengalami peningkatan kasus tertinggi (5 x lipat).



Temuan 5

Kelompok sensitif memiliki risiko tertinggi dengan masalah pernapasan hingga 48% selama periode Juni-Agustus

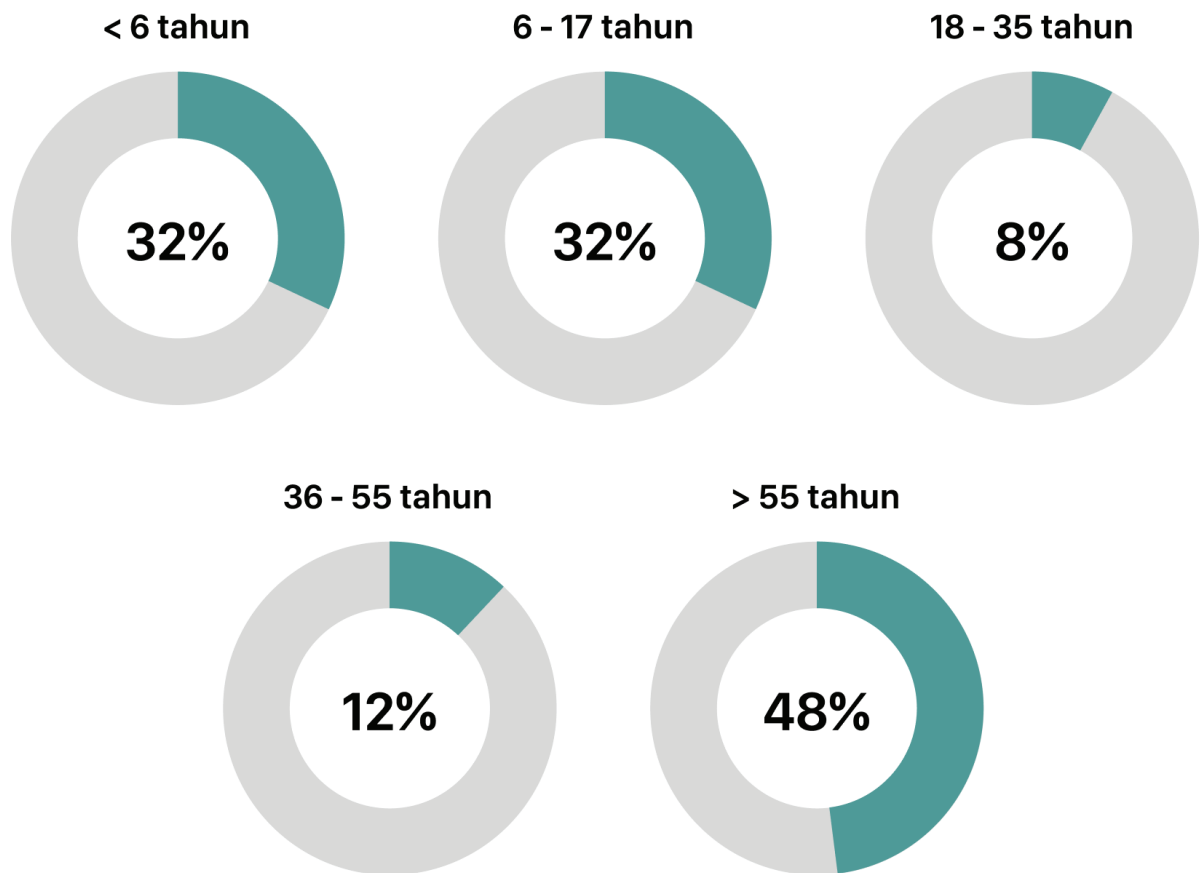
Polusi PM2.5 pada kurun waktu Juni hingga Agustus 2023 cenderung konsisten berada di kategori Tidak Sehat (Tidak Sehat untuk Kelompok Sensitif dan Tidak Sehat). Selama periode ini ditemukan bahwa keluhan masalah pernapasan meningkat seiring kenaikan polusi PM2.5.



Gambar 11.
Data PM2.5 per jam Jabodetabek bulan Juni - Agustus 2023.

Kelompok sensitif merupakan kelompok yang rentan terhadap keluhan pernapasan dengan persentase keluhan tertinggi. **Peningkatan kasus tertinggi terjadi pada kelompok lansia dengan usia di atas 55 tahun sebesar 48%. Disusul dengan kelompok usia 0-17 tahun yang mengalami peningkatan kasus penyakit pernapasan sebesar 32% dari bulan Juni hingga Agustus 2023.**

Persentase Kenaikan Kasus Penyakit Pernapasan berdasarkan Kelompok Usia



Gambar 12.

Persentase kenaikan kasus penyakit pernapasan untuk setiap kelompok usia di Jabodetabek dari bulan Juni - Agustus 2023

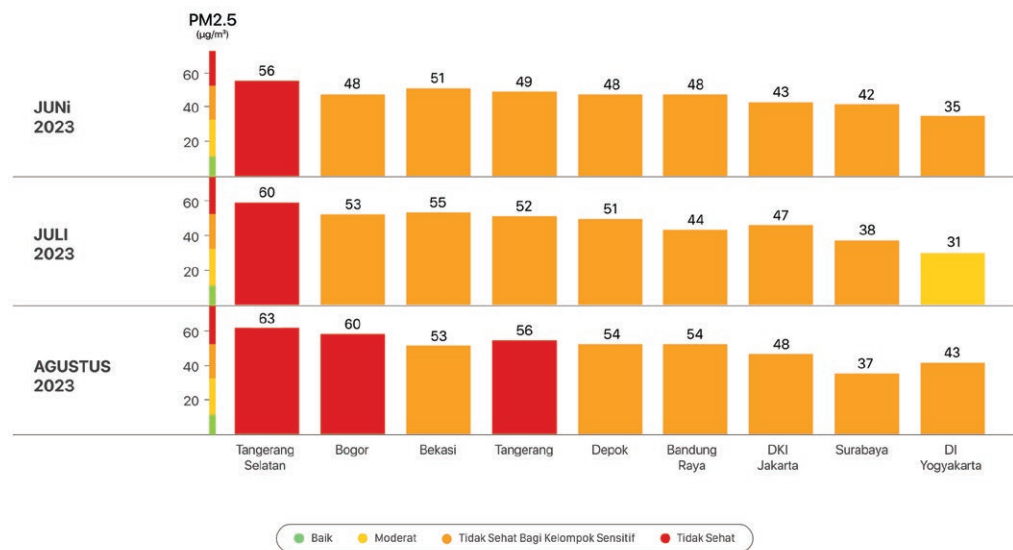
Secara keseluruhan, seiring polusi PM2.5 meningkat seperti yang tertera pada data (Gambar 8 dan Gambar 11), terlihat ada peningkatan keluhan masalah pernapasan pada semua kelompok usia dari bulan Juni hingga Agustus 2023. Kelompok sensitif (anak-anak dan lansia) mengalami peningkatan kasus paling tinggi dibandingkan usia produktif. Namun, jenis penyakit pernapasan yang dialami setiap kelompok usia bervariasi tergantung beberapa faktor, seperti imunitas, perilaku, dan lingkungan. Perlu dijadikan catatan bahwa secara umum kondisi ini bisa dimotori oleh penyakit bawaan. Selain itu, untuk kelompok usia anak-anak dan lansia terdapat bias mengingat adanya kemungkinan saat melakukan telekonsultasi pada aplikasi Halodoc diwakilkan oleh orang tua maupun keluarganya.

Kesimpulan

Beberapa poin penting yang didapatkan dari studi ini sebagai berikut:

1 Polusi udara merupakan masalah yang serius

Banyak daerah di Indonesia memiliki konsentrasi PM2.5 melampaui ambang batas tahunan *World Health Organization* $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Baku Mutu Udara Ambien tahunan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di jaringan Nafas. Umumnya, memasuki musim kemarau yaitu Juni, Juli dan Agustus menjadi bulan dengan konsentrasi bulanan tertinggi dibandingkan bulan lainnya. Polusi udara tidak hanya masalah di Jabodetabek, namun kota-kota besar lainnya perlu diperhatikan juga.



2 Studi Nafas x Halodoc, menunjukkan bahwa PM2.5 memiliki risiko terhadap peningkatan keluhan pernapasan dalam jangka waktu pendek

Studi ini menemukan bahwa terjadi peningkatan rata-rata keluhan penyakit pernapasan hingga 34% ketika PM2.5 mengalami peningkatan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan analisa data yang ada, semua penyakit pernapasan yang dikaji dalam studi ini mengalami peningkatan kasus dalam kurun waktu 3-48 jam setelah kondisi polusi tinggi dengan PM2.5 yang mencapai lebih dari $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3 Kelompok sensitif lebih rentan mengalami risiko masalah pernapasan

Studi ini menemukan bahwa ada tren peningkatan kasus tertinggi terjadi pada kelompok lansia dengan usia di atas 55 tahun sebesar 48%. Sedangkan, kelompok usia 0-17 tahun mengalami peningkatan 32% dari bulan Juni hingga Agustus 2023 ketika polusi PM2.5 pada kurun waktu ini cenderung konsisten berada di kategori Tidak Sehat (Tidak Sehat untuk Kelompok Sensitif dan Tidak Sehat).

4 Pentingnya mengurangi sumber pencemar dan paparan polusi udara.

Dari studi ini dapat dilihat bahwa jumlah keluhan penyakit pernapasan dapat berpotensi naik seiring peningkatan polusi PM2.5 dalam jangka pendek. Untuk menjalankan kondisi tubuh yang sehat, mencegah masalah atau pencetus menjadi langkah pertama dan utama yang harus dilakukan. Faktor lingkungan, salah satunya polusi udara menjadi hal yang krusial untuk diperhatikan. Perlu upaya dalam pengurangan sumber dan paparan polusi udara sehari-hari karena dampak kesehatannya yang signifikan.

5 Data kualitas udara dari *low cost sensor* memungkinkan untuk digunakan studi kesehatan

Penggabungan data polusi udara (PM2.5) yang berasal dari *low cost sensor* dengan data kesehatan seperti jumlah kasus penyakit dalam studi ini menunjukkan bahwa sangat memungkinkan dilakukan studi serupa yang cukup spesifik. Perlu banyak kajian lokal serupa agar memperkaya wawasan dan pemahaman masyarakat terhadap risiko yang dihadapi, supaya dapat mengukur risiko yang dapat diterima dalam menjaga kesehatannya

Langkah Sigap Lindungi Diri Di Tengah Polusi Udara

1 Terapkan protokol SEHAT

Untuk menjaga kesehatan saat kondisi udara buruk, ada beberapa hal yang dapat dilakukan, antara lain dengan menerapkan panduan protokol SEHAT sebagai berikut:

- S** Selalu pantau kualitas udara secara rutin di aplikasi Nafas
- E** Efek polusi nyata, lebih baik di rumah saja saat polusi tinggi
- H** Harap menggunakan masker jika terpaksa keluar ruangan
- A** Asupan vitamin dan olahraga rutin untuk jaga imunitas
- T** Tanya Halodoc apabila mengalami masalah pernapasan

2 Penggunaan masker yang tepat

Penggunaan masker sangat dianjurkan saat beraktivitas di luar ruangan. Pilih masker dengan standar KF94 atau KN95 yang mampu menyaring partikel PM2.5.



3 Irigasi/Cuci Hidung

Selain penggunaan masker saat beraktifitas di luar ruangan, dapat juga melakukan irigasi atau pencucian hidung untuk membersihkan rongga hidung dengan larutan fisiologis seperti larutan Natrium Klorida.

Langkah irigasi hidung dapat dilihat pada video berikut:

<https://bit.ly/HalodocIrigasiHidung> dan ikuti langkah-langkah pada grafis terlampir.



Langkah 1

Pastikan tangan bersih dan kering.



Langkah 2

Siapkan wadah air ukuran kecil dan sedang, spuit ukuran 10 cc, dan larutan NaCl. Tuang cairan NaCl ke dalam wadah kecil, lalu ambil cairan menggunakan spuit.



Langkah 3

Ambil posisi senyaman mungkin. Miringkan kepala (sekitar 45 derajat) ke kanan, apabila mencuci lubang hidung kiri dan sebaliknya.



Langkah 4

Buka mulut sedikit, lalu tahan napas



Langkah 5

Masukkan ujung spuit ke lubang hidung sebelah kiri dan tekan pelan-pelan hingga cairan NaCl habis. Keluarkan cairan dari kedua lubang hidung dan bersihkan hidung dengan tissue.



Langkah 6

Ulangi untuk mencuci lubang hidung yang lain dan dapat dilakukan beberapa kali hingga pernapasan terasa lebih lega dan segar.



Langkah 7

Bersihkan sisa cairan dari hidung dan cuci tangan dengan sabun setelah selesai mencuci hidung.

Daftar Pustaka

- 1 World Bank 2021. [./documents1.worldbank.org/curated/en/810141630705865331/pdf/Are-All-Air-Pollution-Particles-Equal-How-Constituents-and-Sources-of-Fine-Air-Pollution-Particles-PM-2-5-Affect-Health.pdf](https://documents1.worldbank.org/curated/en/810141630705865331/pdf/Are-All-Air-Pollution-Particles-Equal-How-Constituents-and-Sources-of-Fine-Air-Pollution-Particles-PM-2-5-Affect-Health.pdf)
- 2 World Health Organization. WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021.
- 3 World Health Organization. 2019. <https://www.who.int/news/item/15-11-2019-what-are-health-consequences-of-air-pollution-on-populations>
- 4 Lancet T. GBD 2017: a fragile world. *Lancet*. 2018;392(10159):1683.
- 5 Li X, Cao X, Guo M, Xie M, Liu X. Trends and risk factors of mortality and disability adjusted life years for chronic respiratory diseases from 1990 to 2017: systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *BMJ*. 2020;368:m234.
- 6 Lee K, Hasenkopf C, Greenstone M. Air Quality Life Index Annual Update 2022. University of Chicago. 2022.
- 7 Improving Health by Reducing Air Pollution. WHO. 2021. [What are the WHO Air quality guidelines?](#)
- 8 Li MH, Fan LC, Mao B, Yang JW, Choi AMK, Cao WJ, Xu JF. Short-term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Increases Hospitalizations and Mortality in COPD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest*. 2016 Feb;149(2):447-458. doi: 10.1378/chest.15-0513. Epub 2016 Jan 12. PMID: 26111257.
- 9 Horne BD, Joy EA, Hofmann MG, Gesteland PH, Cannon JB, Lefler JS, Blagev DP, Korgenski EK, Torosyan N, Hansen GI, Kartchner D, Pope CA 3rd. Short-Term Elevation of Fine Particulate Matter Air Pollution and Acute Lower Respiratory Infection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018 Sep 15;198(6):759-766. doi: 10.1164/rccm.201709-1883OC. PMID: 29652174.
- 10 Zhang R, Lai KY, Liu W, Liu Y, Lu J, Tian L, Webster C, Luo L, Sarkar C. Community-level ambient fine particulate matter and seasonal influenza among children in Guangzhou, China: A Bayesian spatiotemporal analysis. *Sci Total Environ*. 2022 Jun 20;826:154135. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.154135. Epub 2022 Feb 25. PMID: 35227720.
- 11 Toczyłowski K, Wietlicka-Piszcz M, Grabowska M, Sulik A. Cumulative Effects of Particulate Matter Pollution and Meteorological Variables on the Risk of Influenza-Like Illness. *Viruses*. 2021 Mar 26;13(4):556. doi: 10.3390/v13040556. PMID: 33810283; PMCID: PMC8065612.
- 12 Lu M, Ding S, Wang J, Liu Y, An Z, Li J, Jiang J, Wu W, Song J. Acute effect of ambient air pollution on hospital outpatient cases of chronic sinusitis in Xinxiang, China. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2020 Oct 1;202:110923. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.110923. Epub 2020 Jul 7. PMID: 32800210.
- 13 Yu W, Sulistyoningrum DC, Gasevic D, Xu R, Julia M, Murni IK, Chen Z, Lu P, Guo Y, Li S. Long-term exposure to PM2.5 and fasting plasma glucose in non-diabetic adolescents in Yogyakarta, Indonesia. *Environ Pollut*. 2020 Feb;257:113423. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113423. Epub 2019 Oct 19. PMID: 31677868.

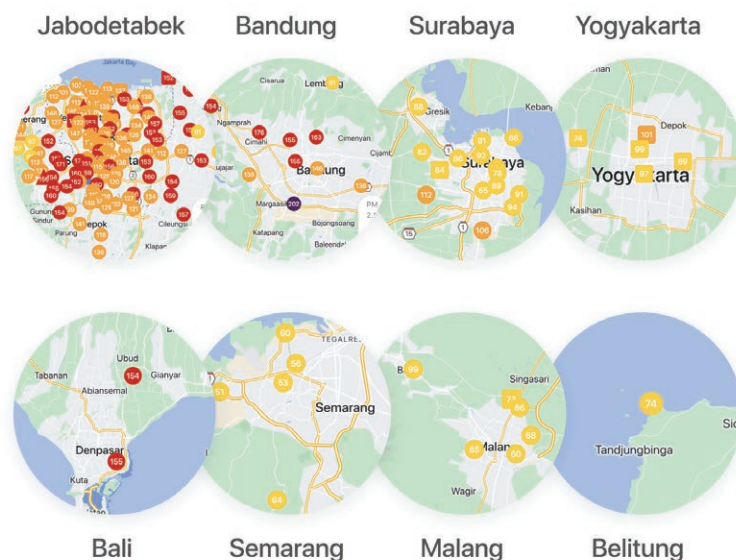
- 14 Fan J, Li S, Fan C, Bai Z, Yang K. The impact of PM2.5 on asthma emergency department visits: a systematic review and meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2016 Jan;23(1):843-50. doi: 10.1007/s11356-015-5321-x. Epub 2015 Sep 8. PMID: 26347419.
- 15 Wang M, Wang S, Wang X, Tian Y, Wu Y, Cao Y, Song J, Wu T, Hu Y. The association between PM2.5 exposure and daily outpatient visits for allergic rhinitis: evidence from a seriously air-polluted environment. *Int J Biometeorol*. 2020 Jan;64(1):139-144. doi: 10.1007/s00484-019-01804-z. Epub 2019 Nov 21. PMID: 31754771.
- 16 Yang J, Zhang M, Chen Y, Ma L, Yadikaer R, Lu Y, Lou P, Pu Y, Xiang R, Rui B. A study on the relationship between air pollution and pulmonary tuberculosis based on the general additive model in Wulumuqi, China. *Int J Infect Dis*. 2020 Jul;96:42-47. doi: 10.1016/j.ijid.2020.03.032. Epub 2020 Mar 19. PMID: 32200108.
- 17 Chen, CH., Wu, CD., Chiang, HC. et al. The effects of fine and coarse particulate matter on lung function among the elderly. *Sci Rep* 9, 14790 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51307-5>
- 18 Siregar, Sepridawati & Siregar, Nora & Lestari, Puji & Berekute, Abiyu Kerebo & Pan, Wen-Chi & Yu, Kuo-Pin. (2022). Chemical Composition, Source Appointment and Health Risk of PM2.5 and PM2.5-10 during Forest and Peatland Fires in Riau, Indonesia. *Aerosol and Air Quality Research*. 22. 220015. 10.4209/aaqr.220015.
- 19 Made Ayu Hitapretiwu Suryadhi, Putu Ayu Rhamani Suryadhi, Kawuli Abudureyimu, I Made Winarsa Ruma, Akintije Simba Calliope, Dewa Nyoman Wirawan, Takashi Yorifuji. Exposure to particulate matter (PM2.5) and prevalence of diabetes mellitus in Indonesia. *Environment International*. Volume 140.2020.105603.ISSN 0160-4120. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105603>.
- 20 Ho AFW, Ho JSY, Tan BY, Saffari SE, Yeo JW, Sia CH, Wang M, Aik J, Zheng H, Morgan G, Tam WWS, Seow WJ, Ong MEH; PAROS Singapore Investigators. Air quality and the risk of out-of-hospital cardiac arrest in Singapore (PAROS): a time series analysis. *Lancet Public Health*. 2022 Nov;7(11):e932-e941. doi: 10.1016/S2468-2667(22)00234-1. PMID: 36334609.
- 21 Ural, B.B., Caron, D.P., Dogra, P. et al. Inhaled particulate accumulation with age impairs immune function and architecture in human lung lymph nodes. *Nat Med* 28, 2622–2632 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41591-022-02073-x>
- 22 Ramzi Lakhdar, Sharon Mumby, Hisham Abubakar-Waziri, Alexandra Porter, Ian M. Adcock, Kian Fan Chung. Lung toxicity of particulates and gaseous pollutants using ex-vivo airway epithelial cell culture systems. *Environmental Pollution*. Volume 305.2022.119323.ISSN 0269-7491.<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119323>
- 23 Lei Yang, Ning Wang, Shuo Liu, Qingyang Xiao, Guannan Geng, Xi Zhang, Huichao Li, Yixuan Zheng, Fuyu Guo, Qingyu Li, Jiajianghui Li, Aiguo Ren, Tao Xue, Jiafu Ji. The PM2.5 concentration reduction improves survival rate of lung cancer in Beijing. *Science of The Total Environment*. Volume 858, Part 2. 2023. 159857. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159857>.
- 24 Ya-Chu Chang, Wei-Ting Chen, Shih-Hao Su, Chau-Ren Jung, Bing-Fang Hwang. PM2.5 exposure and incident attention-deficit/hyperactivity disorder during the prenatal and postnatal periods: A birth cohort study, *Environmental Research*. Volume 214, Part 1. 2022. 113769. ISSN 0013-9351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113769>.
- 25 Goldberg, Mark. "A Systematic Review of the Relation Between Long-term Exposure to Ambient Air Pollution and Chronic Diseases" *Reviews on Environmental Health*, vol. 23, no. 4, 2008, pp. 243-298. <https://doi.org/10.1515/REVEH.2008.23.4.243>

- 26 David A. Savitz and others, Ambient Fine Particulate Matter, Nitrogen Dioxide, and Term Birth Weight in New York, New York, *American Journal of Epidemiology*, Volume 179, Issue 4, 15 February 2014, Pages 457–466, <https://doi.org/10.1093/aje/kwt268>
- 27 Xue, T., Tong, M., Li, J. et al. Estimation of stillbirths attributable to ambient fine particles in 137 countries. *Nat Commun* 13, 6950 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34250-4>
- 28 Alexeeff S.E., Liao N.S., Liu X., Van Den Eeden S.K., Sidney S. Long-Term PM2.5 Exposure and Risks of Ischemic Heart Disease and Stroke Events: Review and Meta-Analysis. *J. Am. Heart Assoc.* 2021;10:e016890. doi: 10.1161/JAHA.120.016890.
- 29 Pun VC, Dowling R, Mehta S. Ambient and household air pollution on early-life determinants of stunting—a systematic review and meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021 Jun;28(21):26404-26412. doi: 10.1007/s11356-021-13719-7. Epub 2021 Apr 9. PMID: 33835342; PMCID: PMC8159793.
- 30 Zhang, X., Fan, C., Ren, Z. et al. Maternal PM2.5 exposure triggers preterm birth: a cross-sectional study in Wuhan, China. *glob health res policy* 5, 17 (2020). <https://doi.org/10.1186/s41256-020-00144-5>
- 31 Syuhada, Ginanjar & Akbar, Adhadian & Hardiawan, Donny & Pun, Vivian & Darmawan, Adi & Heryati, Sri & Siregar, Adiatma & Kusuma, Ririn & Driejana, Raden & Ingole, Vijendra & Kass, Daniel & Mehta, Sumi. (2023). Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20. 2916. 10.3390/ijerph20042916.
- 32 Clarke K, Rivas AC, Milletich S, Sabo-Attwood T, Coker ES. Prenatal Exposure to Ambient PM2.5 and Early Childhood Growth Impairment Risk in East Africa. *Toxics*. 2022 Nov 18;10(11):705. doi: 10.3390/toxics10110705. PMID: 36422914; PMCID: PMC9699051.
- 33 Ding, A., Yang, Y., Zhao, Z., Hüls, A., Vierkötter, A., Yuan, Z., Cai, J., Zhang, J., Gao, W., Li, J., Zhang, M., Matsui, M., Krutmann, J., Kan, H., Schikowski, T., Jin, L., & Wang, S. (2017). Indoor PM2.5 exposure affects skin aging manifestation in a Chinese population. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15295-8>.
- 34 He, Y., Shi, C.-R., Guang, Q., Luo, Z.-C., Xi, Q., & Han, L. (2021). [Effects of Air Pollutants on Outpatient Visits for Atopic Dermatitis in Lanzhou]. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao. Acta Academiae Medicinae Sinicae*, 43(4), 521–530. <https://doi.org/10.3881/j.issn.1000-503X.13046>.
- 35 Park, T. H., Park, S., Cho, M. K., & Kim, S. (2022). Associations of particulate matter with atopic dermatitis and chronic inflammatory skin diseases in South Korea. *Clinical and experimental dermatology*, 47(2), 325–334. <https://doi.org/10.1111/ced.14910>.
- 36 Gao, Q., Xu, Q., Guo, X., Fan, H., & Zhu, H. (2017). Particulate matter air pollution associated with hospital admissions for mental disorders: A time-series study in Beijing, China. *European Psychiatry*, 44, 68–75. doi:10.1016/j.eurpsy.2017.02.492
- 37 Muhsin HA, Steingrimsson S, Oudin A, Åström DO, Carlsen HK. Air pollution and increased number of psychiatric emergency room visits: A case-crossover study for identifying susceptible groups. *Environ Res.* 2022 Mar;204(Pt A):112001. doi: 10.1016/j.envres.2021.112001. Epub 2021 Sep 6. PMID: 34499892.
- 38 Zhan, Chen-chao & Xie, Min & Fang, De-xian & Wang, Tijian & Wu, Zheng & Lu, Hua & Li, Meng-meng & Chen, Pulong & Zhuang, Bing-liang & Li, Shu & Zhang, Zhi-qi & Gao, Da & Zhao, Ming. (2019). Synoptic weather patterns and their impacts on regional particle pollution in the city cluster of the Sichuan Basin, China. *Atmospheric Environment*. 208. 10.1016/j.atmosenv.2019.03.033.

Tentang nafas

Nafas adalah sebuah perusahaan kesehatan berbasis teknologi yang memiliki misi untuk membantu warga hidup sehat di kota berpolusi dengan menyediakan akses data kualitas udara hiperlokal kepada publik secara *real-time*.

Nafas didirikan pada tahun 2020 oleh Nathan Roestandy dan Piotr Jakubowski. Kini jaringan sensor Nafas mencapai lebih dari 180 sensor yang tersebar di berbagai daerah Indonesia dan akan terus bertambah. Titik pengamatan tidak hanya berlokasi di Jabodetabek, namun ada juga di kota-kota besar lainnya seperti Bandung, Surabaya, Semarang, DI Yogyakarta, Malang, hingga kepulauan Bali, dan Belitung.



Nafas berkomitmen untuk membantu masyarakat lebih sadar akan apa yang mereka hirup ke dalam paru-paru dan tubuh, serta mengurangi paparan dari polusi udara yang berbahaya.

Kami terbuka untuk kolaborasi dan studi terkait polusi udara, terutama dampaknya terhadap kesehatan. Info lebih lanjut dapat menghubungi info@nafas.co.id atau sosial media Nafas (@nafasidn).

Tentang halodoc

Halodoc adalah pelopor ekosistem layanan kesehatan digital yang didirikan dengan misi menyederhanakan akses layanan kesehatan, yang fokus menjawab pain points masyarakat dalam hal kebutuhan akses kesehatan yang mudah, aman, nyaman dan terjangkau.

Sejak 2016, selain terus meningkatkan literasi kesehatan masyarakat Indonesia melalui Komunikasi, Informasi, dan Edukasi (KIE) kesehatan yang mudah diterima oleh pengguna, ekosistem kesehatan digital Halodoc terus berkembang dengan menghadirkan berbagai layanan yang memudahkan masyarakat, mulai dari **Home Lab** berupa pelayanan kesehatan bersifat preventif yang memungkinkan pengguna melakukan tes kesehatan secara aman dan nyaman dari rumah secara privat; Layanan **Asuransiku** guna mempermudah pengguna dalam mengakses perlindungan manfaat rawat jalan secara cashless dan seamless; Layanan **Chat dengan Dokter** yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan 20.000+ mitra dokter dan tenaga kesehatan berlisensi melalui chat, video call dan voice call; serta **Layanan Toko Kesehatan** yang memudahkan pengguna dalam mendapatkan akses ke produk kesehatan dari 4.900+ apotek rekanan terpercaya.

Halodoc merupakan platform telekesehatan di Indonesia yang memberikan dampak positif bagi sektor kesehatan di Indonesia dan telah menyanggah status “diawasi” pada program Regulatory Sandbox Kementerian Kesehatan RI. Ini merupakan komitmen dan kemitraan yang baik antara Halodoc dengan Kementerian Kesehatan RI dan mendapatkan pengawasan partisipatif demi perlindungan penyelenggara Inovasi Digital Kesehatan (IDK) dan keamanan pengguna serta tenaga kesehatan sebagai mitra inovasi digital. Pada perkembangannya, Halodoc juga mendapatkan apresiasi berskala nasional dan internasional, seperti: satu-satunya startup healthtech dari Asia Tenggara di daftar Digital Health 150 dari CB Insights pada 2019-2020 dan PPKM Award 2023 dari pemerintah Indonesia

Aplikasi Halodoc bisa diunduh melalui **iOS** dan **Android**.

Persentase keluhan penyakit pernapasan di setiap kecamatan

Wilayah	Kecamatan	Juni	Juli	Agustus
Bekasi	Tarumajaya	34.4%	33.7%	32.0%
Bekasi	Tambun Selatan	33.8%	32.2%	32.0%
Bekasi	Setu	33.7%	32.7%	31.8%
Bekasi	Pondok Gede	33.7%	32.1%	31.9%
Bekasi	Medan Satria	34.9%	35.0%	34.0%
Bekasi	Cikarang Selatan	34.3%	33.7%	32.9%
Bekasi	Bekasi Utara	34.9%	33.2%	32.5%
Bekasi	Bekasi Selatan	33.4%	32.1%	32.2%
Bogor	Tanah Sereal	35.4%	34.2%	33.2%
Bogor	Sukaraja	41.0%	38.8%	32.0%
Bogor	Gunung Sindur	36.9%	33.3%	33.0%
Bogor	Gunung Putri	34.0%	31.6%	31.7%
Bogor	Ciomas	35.6%	33.8%	32.9%
Bogor	Cileungsi	33.7%	33.1%	33.1%
Bogor	Cibinong	38.1%	38.0%	32.0%
Bogor	Babakan Madang	39.1%	37.3%	32.7%
Depok	Tapos	35.5%	33.7%	32.4%
Depok	Sukmajaya	35.8%	33.5%	32.0%
Depok	Sawangan	34.6%	32.3%	32.3%
Depok	Limo	35.8%	34.2%	34.0%
Depok	Cipayung	36.4%	34.2%	31.7%
Depok	Cinere	34.2%	32.8%	32.4%
Depok	Cimanggis	35.6%	32.9%	32.3%
Depok	Bojongsari	36.1%	33.1%	32.0%
Depok	Beji	35.1%	33.8%	33.0%
Jakarta Barat	Tambora	35.6%	33.6%	31.9%
Jakarta Barat	Taman Sari	35.8%	36.0%	33.2%
Jakarta Barat	Palmerah	33.0%	32.1%	32.0%
Jakarta Barat	Kembangan	33.8%	32.3%	31.7%
Jakarta Barat	Kebon Jeruk	34.8%	33.2%	32.4%
Jakarta Barat	Kalideres	33.0%	31.6%	32.4%
Jakarta Barat	Grogol Petamburan	34.9%	32.6%	32.2%
Jakarta Barat	Cengkareng	34.9%	33.2%	32.5%
Jakarta Pusat	Tanah Abang	34.5%	32.8%	32.2%
Jakarta Pusat	Menteng	34.7%	32.1%	32.2%
Jakarta Pusat	Kemayoran	35.5%	32.6%	31.8%
Jakarta Selatan	Tebet	34.3%	33.2%	31.8%
Jakarta Selatan	Pesanggrahan	33.5%	32.6%	31.9%
Jakarta Selatan	Pasar Minggu	35.0%	31.8%	32.3%



Wilayah	Kecamatan	Juni	Juli	Agustus
Bekasi	Tarumajaya	34.4%	33.7%	32.0%
Bekasi	Tambun Selatan	33.8%	32.2%	32.0%
Bekasi	Setu	33.7%	32.7%	31.8%
Bekasi	Pondok Gede	33.7%	32.1%	31.9%
Bekasi	Medan Satria	34.9%	35.0%	34.0%
Bekasi	Cikarang Selatan	34.3%	33.7%	32.9%
Bekasi	Bekasi Utara	34.9%	33.2%	32.5%
Bekasi	Bekasi Selatan	33.4%	32.1%	32.2%
Bogor	Tanah Sereal	35.4%	34.2%	33.2%
Bogor	Sukaraja	41.0%	38.8%	32.0%
Bogor	Gunung Sindur	36.9%	33.3%	33.0%
Bogor	Gunung Putri	34.0%	31.6%	31.7%
Bogor	Ciomas	35.6%	33.8%	32.9%
Bogor	Cileungsi	33.7%	33.1%	33.1%
Bogor	Cibinong	38.1%	38.0%	32.0%
Bogor	Babakan Madang	39.1%	37.3%	32.7%
Depok	Tapos	35.5%	33.7%	32.4%
Depok	Sukmajaya	35.8%	33.5%	32.0%
Depok	Sawangan	34.6%	32.3%	32.3%
Depok	Limo	35.8%	34.2%	34.0%
Depok	Cipayung	36.4%	34.2%	31.7%
Depok	Cinere	34.2%	32.8%	32.4%
Depok	Cimanggis	35.6%	32.9%	32.3%
Depok	Bojongsari	36.1%	33.1%	32.0%
Depok	Beji	35.1%	33.8%	33.0%
Jakarta Barat	Tambora	35.6%	33.6%	31.9%
Jakarta Barat	Taman Sari	35.8%	36.0%	33.2%
Jakarta Barat	Palmerah	33.0%	32.1%	32.0%
Jakarta Barat	Kembangan	33.8%	32.3%	31.7%
Jakarta Barat	Kebon Jeruk	34.8%	33.2%	32.4%
Jakarta Barat	Kalideres	33.0%	31.6%	32.4%
Jakarta Barat	Grogol Petamburan	34.9%	32.6%	32.2%
Jakarta Barat	Cengkareng	34.9%	33.2%	32.5%
Jakarta Pusat	Tanah Abang	34.5%	32.8%	32.2%
Jakarta Pusat	Menteng	34.7%	32.1%	32.2%
Jakarta Pusat	Kemayoran	35.5%	32.6%	31.8%
Jakarta Selatan	Tebet	34.3%	33.2%	31.8%
Jakarta Selatan	Pesanggrahan	33.5%	32.6%	31.9%
Jakarta Selatan	Pasar Minggu	35.0%	31.8%	32.3%

Scan untuk
download nafas



Tersedia juga di:



Ikuti kami:

  @nafasidn

 @cleanairzone.id

Scan untuk
download halodoc



Tersedia juga di:



Ikuti kami:

 @HalodocID  @halodoc