

# Sumber Utama Polusi Udara di DKI Jakarta

## Pernyataan

Studi *source apportionment* berbasis reseptor dapat dilakukan dengan dukungan finansial dari Bloomberg Philanthropies dan Climate Works Foundation untuk melengkapi proyek Institut Teknologi Bandung yang sedang berlangsung yang didanai oleh Toyota Clean Air Project (TCAP).



Untuk penjelasan lebih lanjut, kunjungi  
[www.vitalstrategies.org/source-apportionment-report](http://www.vitalstrategies.org/source-apportionment-report).



# Sumber Utama Polusi Udara di DKI Jakarta

## Ringkasan Kebijakan

Indonesia memiliki jumlah kematian dini tertinggi (lebih dari 50.000 jiwa) yang terkait dengan polusi udara di Asia Tenggara.<sup>1</sup> Rata-rata tahunan konsentrasi PM<sub>2,5</sub> di Jakarta lebih tinggi empat sampai lima kali dibandingkan standar Pedoman Kualitas Udara WHO,<sup>2</sup> jumlah kematian yang dikaitkan dengan PM<sub>2,5</sub> di Jakarta terbesar secara nasional (hampir 36 jiwa) per 100.000 jiwa dibandingkan dengan 20 jiwa per 100.000 jiwa di tingkat nasional. Diperkirakan terdapat 5,5 juta kasus penyakit terkait polusi udara yang dilaporkan pada tahun 2010 (hampir 11 kasus per menit) di Jakarta dengan biaya pengobatan langsung yang setara dengan Rp 60,8 triliun pada tahun 2020.<sup>3</sup>

Untuk mengelola kualitas udara di daerah Jabodetabek secara efektif, dibutuhkan informasi yang mumpuni dalam mengetahui sumber utama polusi udara di kota-kota tersebut. Informasi tentang sumber polusi udara (misalnya: lalu lintas) akan menghasilkan kebijakan penanggulangan polusi udara yang efektif untuk diprioritaskan.<sup>6</sup> Secara umum, untuk mendapatkan informasi ini dibutuhkan dua pendekatan yang saling melengkapi, yaitu: pendekatan berbasis sumber menggunakan inventarisasi emisi untuk membuat model tingkat polusi udara dan pendekatan berbasis reseptor menggunakan sampel filter udara untuk menggambarkan karakteristik sumber secara kimiawi yang berkontribusi terhadap polusi udara.

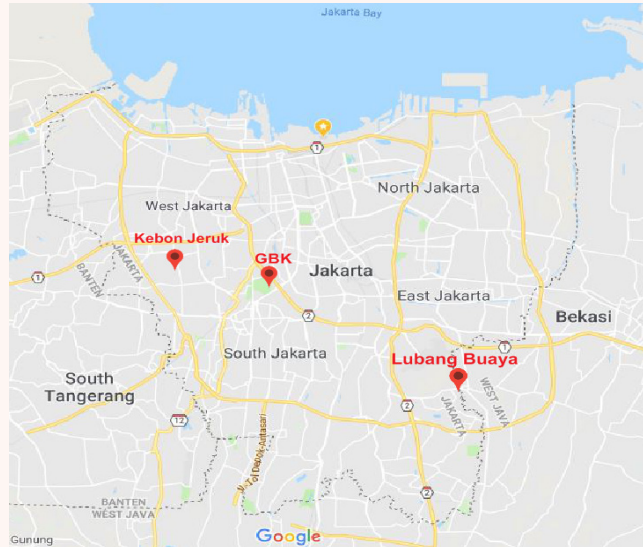
Informasi yang dapat dipercaya dan terkini tentang sumber utama polusi udara di Jakarta masih tergolong langka. Selama beberapa dekade terakhir, dua inventarisasi emisi polusi udara *ad-hoc* telah dikembangkan oleh lembaga masyarakat dan akademisi, masing-masing pada tahun 2012 dan 2015,<sup>7,8</sup> dan tidak ada data pembagian sumber berbasis reseptor (*source apportionment*) yang tersedia. Untuk mengatasi kesenjangan ini, Vital Strategies bekerja sama dengan Institut Teknologi Bandung (ITB) untuk memperluas studi *source apportionment* yang sedang berlangsung untuk dapat mengidentifikasi sumber utama PM<sub>2,5</sub> udara ambien di dan sekitar Jakarta. Temuan ini akan disediakan informasi kepada pembuat kebijakan tentang sumber utama polusi udara di kota, sekaligus memvalidasi atas temuan dari hasil inventarisasi emisi sebelumnya.

**Partikulat dengan diameter 2,5 mikron atau kurang (PM<sub>2,5</sub>) menyebabkan risiko terbesar bagi kesehatan, termasuk memperburuk penyakit jantung dan paru kronis, diabetes, kanker, juga mempengaruhi kesehatan anak dengan hasil kelahiran yang tidak sempurna, memperlambat pertumbuhan paru-paru, hingga menyebabkan pneumonia dan stunting<sup>4,5</sup>**

## Referensi

- 1 State of Global Air. Explore the Data. <https://www.stateofglobalair.org/data/#/air/plot>. Diterbitkan tahun 2019. Diakses pada 5 September 2019.
- 2 The United States Department of State. AirNow. [https://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.global\\_summary](https://airnow.gov/index.cfm?action=airnow.global_summary). Diakses pada 8 Januari 2019.
- 3 Ministry of Environment Republic of Indonesia. *Cost Benefit Analysis for Fuel Quality and Fuel Economy Initiative in Indonesia*.; 2010.
- 4 World Health Organization. *WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide. Global Update 2005, Summary of Risk Assessment*. Geneva, Switzerland; 2006.
- 5 Fenske N, Burns J, Hothorn T, Rehfuess EA. Understanding child stunting in India: A comprehensive analysis of socio-economic, nutritional and environmental determinants using additive quantile regression. *PLoS One*. 2013;8(11). doi:10.1371/journal.pone.0078692
- 6 Vital Strategies. *Accelerating City Progress on Clean Air - Innovation and Action Guide*. New York, NY; 2020. <https://www.vitalstrategies.org/wp-content/uploads/AcceleratingCityProgress-CleanAir.pdf>.
- 7 Lestari P. *Inventarisasi Emisi PM2.5, CO, NOx, SO2, BC, Dan GHG Di Jakarta*.; 2019.
- 8 Breathe Easy J. Factsheet 3: Emission Inventory. <http://www.urbanemissions.info/wp-content/uploads/docs/2017-01-Jakarta-Factsheet3-Emissions-Inventory.pdf>. Published 2016.
- 9 Ministry of Energy and Mineral Resource. Coal Consumption for Power Plants Continues to Increase. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/3867935/konsumsi-batu-bara-untuk-pembangkit-listrik-terus-meningkat>.

# Pendekatan



**Di mana**  $PM_{2.5}$  dikumpulkan menggunakan filter di tiga lokasi pemantauan kualitas udara di beberapa wilayah DKI Jakarta: Gelora Bung Karno (GBK), Kebon Jeruk (KJ) dan Lubang Buaya (LB). Lokasi-lokasi ini dipilih berdasarkan fitur penggunaan lahan, cuaca dan pertimbangan lain untuk menangkap potensi variasi sumber polusi udara.

**Kapan** Musim hujan (Oktober 2018–Maret 2019) dan musim kemarau (Juli–September 2019).

**Cara**  $PM_{2.5}$  dikumpulkan menggunakan filter dan dianalisis komposisi kimianya. Dua metode statistik (model reseptor) digunakan untuk memperkirakan kontribusi sumber terhadap konsentrasi ambien  $PM_{2.5}$ , dan hasilnya dibandingkan untuk meningkatkan akurasi temuan.

# Temuan

## Kadar Polusi Udara di Jakarta

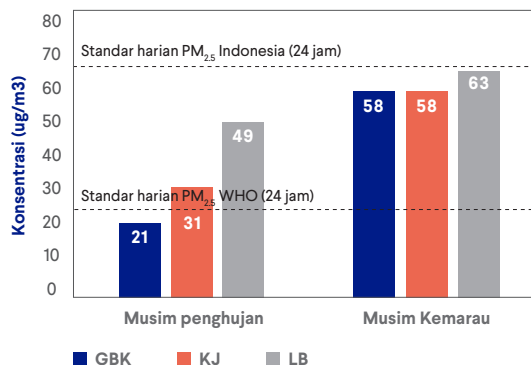
Rata-rata tingkat PM<sub>2.5</sub> harian dan per-musim di seluruh kota Jakarta melebihi Pedoman Kualitas Udara berbasis kesehatan WHO (lihat Gambar 1)

Tingkat polusi harian secara signifikan lebih tinggi di musim kemarau dibandingkan musim penghujan.

Variasi tingkat pencemaran di berbagai wilayah kota lebih besar pada musim penghujan dibandingkan pada musim kemarau.

Gambar 1

Konsentrasi rata-rata harian PM<sub>2.5</sub> di Jakarta



Asap knalpot kendaraan, pembakaran batu bara, pembakaran terbuka, konstruksi, debu jalan, dan partikel tanah yang tersuspensi menjadi sumber utama pencemaran udara di Jakarta.

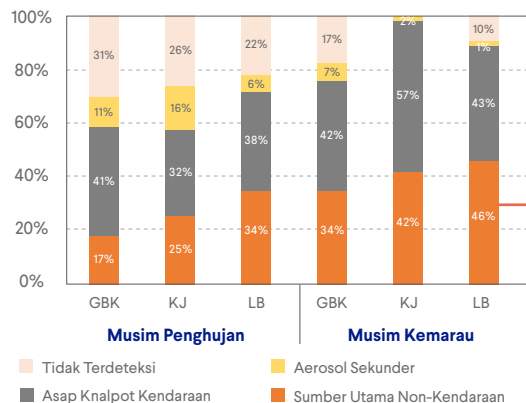
**Aerosol primer muncul sebagai akibat adanya emisi langsung dari sumber polusi udara. Garam laut adalah emisi laut alami yang terbentuk karena angin di permukaan laut.**

**Aerosol sekunder (mis., Amonium nitrat atau sulfat) terbentuk ketika polutan gas awal seperti sulfur oksida dan nitrogen oksida, mengalami reaksi kimia di atmosfer.**

- Kendaraan berbahan bakar bensin dan solar menyumbang 32%–57% terhadap tingkat PM<sub>2.5</sub>, meskipun belum dapat ditentukan proporsi dari kendaraan di jalan raya dan dari emisi off-road (misalnya: kendaraan logistik).
- Sumber utama non-kendaraan menyumbang 17%–46% terhadap udara ambien PM<sub>2.5</sub> di seluruh lokasi pengambilan sampel di kedua musim. Porsi ini sudah termasuk kontribusi dari sumber antropogenik seperti: pembakaran batu bara, pembakaran terbuka, kegiatan konstruksi (non-pembakaran) dan debu jalan, juga sumber alam seperti tanah dan garam laut.
- Aerosol anorganik sekunder menyumbang 1%–16% dari konsentrasi.
- Kontribusi sumber utama terhadap konsentrasi PM<sub>2.5</sub> luar ruangan bervariasi menurut musim dan lokasi. Hal ini muncul karena adanya variasi dalam aktivitas lokal atau sumber pencemaran regional, tergantung pada kondisi cuaca (misalnya: adanya emisi yang melawan arah angin dari kota-kota yang berdekatan).

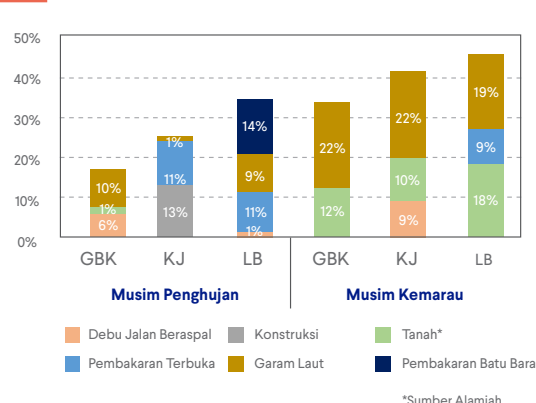
Gambar 2a

Kontribusi sumber (%) terhadap konsentrasi PM<sub>2.5</sub> di Jakarta



Gambar 2b

Kontribusi sumber primer non-kendaraan (%) terhadap konsentrasi PM<sub>2.5</sub> di Jakarta



## Sumber Utama Polusi di Musim Penghujan



### Asap knalpot kendaraan 32–41%

Emisi kendaraan tertinggi yang ditemukan di pusat kota (GBK).



### Pembakaran batu bara 14% di

bagian timur (LB)



### Aktivitas konstruksi 13% di bagian

barat kota (KJ)



**Pembakaran terbuka** biomassa atau bahan bakar lainnya: 11% di pinggiran kota (KJ dan LB).



### Debu jalan 1%–6% ditemukan di (GBK)

dan bagian timur kota (LB).



### Aerosol sekunder (6%–16%) dan

**garam laut** (1%–10%) ditemukan di seluruh kota.

## Sumber Utama Polusi di Musim Kemarau



### Asap knalpot kendaraan

42%–57% di seluruh kota



### Pembakaran terbuka 9% di bagian

timur (LB)



### Debu jalan 9% di bagian barat kota (KJ)



### Garam laut 19%–22%



### Partikel tanah tersuspensi

10%–18% telah ditemukan di seluruh kota, tetapi paling terlihat di bagian timur kota (LB), karena kondisi daerah yang kering.



### Aerosol sekunder 1%–7%

Studi ini dilakukan di daerah perbatasan kota Jakarta. Meskipun hasilnya tidak secara langsung mampu membedakan kontribusi dari emisi lokal dan regional, informasi yang ada tentang kegiatan emisi, titik lokasi dan area sumber di sekitar lokasi pengambilan sampel dan kawasan terdekat (misalnya, Wilayah Jabodetabek) dapat menjelaskan potensi kontribusi sumber emisi. Misalnya, kegiatan pembakaran biomassa di area persawahan di sebelah barat Kebon Jeruk dapat menjelaskan kemunculan sumber dari pembakaran terbuka di lokasi tersebut. Demikian pula, pembangkit listrik tenaga batu bara yang beroperasi di luar batas kota dan pada tingkat yang lebih kecil, industri pengolahan di Jakarta dapat menjelaskan sumber pencemaran dari pembakaran batu bara di Lubang Buaya. Aerosol sekunder juga mewakili sebagian besar kontribusi lintas batas jarak jauh terhadap polusi PM<sub>2.5</sub> ambien.

# Rekomendasi Kebijakan

Untuk meningkatkan kualitas udara di Jakarta dengan efisien, mengurangi beban polusi udara pada kesehatan dan mengurangi tingkat kematian, Vital Strategies merekomendasikan penerapan solusi yang telah terbukti dalam mengatasi sumber emisi utama yang sudah diidentifikasi melalui studi *source apportionment*:



## Membatasi Emisi Asap Knalpot Kendaraan

Mengurangi emisi kendaraan dapat diatasi melalui strategi pengendalian polusi kendaraan yang komprehensif dan sinergis yang menasar pada perbaikan kualitas bahan bakar, standar pengendalian emisi, pengujian emisi wajib bagi semua kendaraan, teknologi alternatif (misalnya kendaraan hibrida atau listrik), dan pemeliharaan jalan. Selain itu, melanjutkan dan mempercepat perluasan sistem angkutan umum terintegrasi di Jakarta dapat mengurangi ketergantungan pada kendaraan pribadi dan mengurangi emisi kendaraan. Memperbarui persyaratan emisi untuk kendaraan dengan standar terbaru bersamaan dengan mewajibkan penggunaan kendaraan dengan teknologi baru melalui sistem insentif telah terbukti efektif di banyak kota.



## Terapkan Larangan Pembakaran Terbuka

Perkuat penegakan hukum larangan pembakaran terbuka (Peraturan Daerah No 2/2005). Untuk mencegah pembakaran sampah, disarankan untuk melakukan intervensi untuk meningkatkan pengumpulan, pengelolaan dan daur ulang sampah padat yang didukung oleh pemeliharaan rutin dan kampanye kesadaran publik. Pembakaran terbuka dengan bahan bakar atau bahan lain juga dapat menyebabkan polusi udara sekitar dan harus dengan dilarang dengan tegas.



## Mengurangi Pembakaran Batu Bara

Sekitar 80% batu bara yang dikonsumsi pada tahun 2018 adalah untuk pembangkit listrik<sup>9</sup> dan sisanya digunakan untuk sektor industri. Dampak pembakaran batu bara terhadap kualitas udara di Jakarta dapat dideteksi, padahal tidak ada pembangkit listrik tenaga batu bara yang berada di dalam batas kota. Mengingat bahwa Indonesia berencana untuk membangun pembangkit listrik tenaga batu bara dengan jumlah banyak dalam jarak 100 km dari Jakarta, akan meningkatkan kontribusi PM<sub>2.5</sub> di Jakarta dari waktu ke waktu.

Untuk mengurangi emisi dari pembakaran batu bara dalam waktu dekat kewajiban untuk pemasangan scrubber dan sistem filter serta teknologi produksi yang lebih bersih dapat diterapkan. Selain itu, menerapkan standar emisi yang ketat untuk pembangkit listrik dan industri berbahan bakar batu bara akan menurunkan peranan dari sumber tersebut. Penegakan standar melalui jadwal inspeksi rutin untuk memantau dan mengontrol tingkat emisi polusi udara sangat penting untuk mendorong kepatuhan.

Kewajiban untuk memasang sistem pemantauan emisi berkelanjutan untuk semua pembangkit listrik dan industri juga akan memberikan data yang dapat mendukung penegakan hukum dan memungkinkan pembangkit listrik untuk meningkatkan efisiensi dan kepatuhannya. Untuk tindakan jangka panjang, kota harus mempertimbangkan untuk beralih ke bahan bakar yang lebih bersih (misalnya, gas alam), dan memperluas pilihan bahan bakar ke tenaga surya, angin dan ramah lingkungan lainnya yang semakin terjangkau.



## Kendalikan Debu Konstruksi, Debu Jalan Beraspal dan Tanah Tersuspensi

Meminimalisir penyebaran debu dan partikel tanah oleh angin dengan menggunakan tindakan pengurangan seperti: menyiram semua permukaan yang terbuka (misalnya: lokasi konstruksi, jalan, dan permukaan tanah); memasang pengikat debu (mis., reagen kimia) di permukaan tanah untuk menjaga agar permukaan tetap basah; menutup muatan pada kendaraan pengangkut tanah/pasir dan menanam tanaman yang sesuai untuk menjaga kelembaban tanah.