



# MENGURANGKAN PENDEDAHAN KEPADA PENCEMARAN LALU LINTAS DI DALAM DAN SEKITAR SEKOLAH

Panduan untuk Kanak-kanak, Sekolah dan Komuniti Setempat

Prashant Kumar, Hamid Omidvarborna, Yendle Barwise, Arvind Tiwari | 2022  
University of Surrey



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY



Guildford  
Living Lab

## Malaysian Collaborators

*Nasrin Aghamohammadi, Logaraj Ramakreshnan, Rama Krishna Supramanian,  
Yin Cheng Lim, Noor Hashimah Hashim Lim, Teh Bor Tsong, Nik Hazwani Nik Hashim, Malaysia*



UNIVERSITI  
MALAYA

Public  
Health@UM  
Creating the future of Public Health



# GLOSARI

**Kawalan aktif:** Sistem kawalan yang mampu mengurangkan pelepasan pencemaran udara di punca (contohnya: penapis zarah di dalam paip ekor kenderaan).

**Kelab Berkongsi Kereta (*carpool*):** Aktiviti yang boleh diuruskan oleh komuniti sekolah untuk mengurangkan bilangan kereta semasa waktu penghantaran/pengambilan.

**Karbon dioksida:** Walaupun penggunaan bahan api fosil merupakan punca utama penghasilan karbon dioksida antropogenik, ia juga dihasilkan oleh manusia sebagai sebahagian daripada proses pernafasan. Tahap karbon dioksida boleh diukur dan digunakan untuk menilai kecukupan pengudaraan dalam persekitaran tertutup. Tahap karbon dioksida yang tinggi menunjukkan pengudaraan yang kurang dan memberi kesan kognitif negatif seperti kekurangan keupayaan untuk menumpukan perhatian.

**Sains Rakyat (*Citizen Science*):** Penyelidikan saintifik yang dijalankan oleh orang ramai. Untuk meningkatkan pemahaman orang ramai mengenai pencemaran udara, perlu mempertimbangkan prinsip 'inclusion' (contohnya penglibatan masyarakat dalam merancang penyelidikan), 'collaboration' (contohnya kerjasama antara sekolah, komuniti, dan penyelidik), dan 'reciprocation' (contohnya mendapatkan maklum balas komuniti melalui penyampaian hasil oleh sekolah).

**Zarah kasar:** Saiz partikel zarah dengan diameter antara 2.5 hingga 10 mikrometer; ia juga dikenali sebagai  $PM_{2.5-10}$ . Kebanyakannya zarah kasar di udara adalah dihasilkan oleh sumber bukan ekzos, seperti habuk jalan.

**Penciptaan bersama (*Co-creation*):** Proses mereka bentuk di mana semua pihak berkepentingan (contohnya penyelidik, sekolah, kanak-kanak) terlibat dan bebas untuk menyumbang.

**Komuniti:** Ibu bapa, kanak-kanak, penduduk tempatan dan orang awam.

**Penyerakan:** Pemindahan dan pencairan pencemar udara dari punca pencemaran (contohnya ekzos kenderaan) oleh angin.

**Zarah halus:** Diameter saiz partikel zarah adalah kurang daripada 2.5 mikrometer; ia juga dikenali sebagai  $PM_{2.5}$ . Zarah halus adalah salah satu kelas pencemar udara yang paling berbahaya kerana saiznya

yang kecil, bermakna ia boleh bergerak jauh ke dalam sistem pernafasan, menyebabkan penyakit jantung dan paru-paru. Kebanyakannya zarah halus adalah dihasilkan daripada pembakaran enjin kenderaan dan dibebaskan melalui ekzos kenderaan di jalan raya.

**Kualiti udara dalaman:** Kualiti udara dalam bangunan dan struktur tertutup, seperti sekolah. Kualiti udara dalaman mampu mempengaruhi kesihatan, keselesaan dan kesejahteraan penghuni bangunan. Kualiti udara yang buruk mungkin termasuk partikel zarah berbahaya dan pencemar udara lain seperti nitrogen dioksida, formaldehid dan sebatian organik meruap. UK dan badan-badan antarabangsa menawarkan panduan untuk penapisan udara dan pengudaraan.

**Bayi dalam kereta sorong:** Bayi dalam pelbagai jenis kereta sorong tunggal/berganda dan beroda tiga atau empat, kerusi tolak dan buggies

**Jalan utama:** Jalan awam yang biasa digunakan sebagai 'through access' (iaitu tidak termasuk cul-de-sacs). Kesesakan lalu lintas di sepanjang jalan utama biasanya memuncak pada waktu pagi dan lewat petang (contohnya semasa penghantaran/pengambilan kanak-kanak).

**Kepekatan nombor zarah:** Jumlah bilangan zarah per unit isipadu udara, yang biasanya diwakili sebagai  $\# \text{cm}^{-3}$ .

**Kawalan pasif:** Intervensi yang secara tidak langsung mengurangkan pendedahan pencemaran udara, seperti jalur hijau antara jalan raya dan pejalan kaki.

**Hotspot pencemaran:** Kawasan pelepasan pencemar udara dari punca, seperti mendedahkan penduduk tempatan kepada risiko kesihatan yang tinggi. Hotspot pencemaran biasanya merangkumi persimpangan lalu lintas dan perhentian bas.

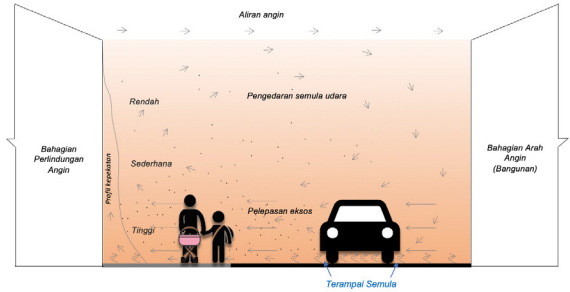
**Kanak-kanal kecil:** Bayi dan kanak-kanak bertatih. Dari segi pendedahan pencemaran udara, kanak-kanak kecil adalah antara kumpulan rentan yang paling sensitif kerana kadar pernafasan mereka yang lebih tinggi dan tahap pernafasan yang lebih rendah daripada orang dewasa dan kanak-kanak yang lebih tua (contohnya remaja).

# PENGENALAN

Pendedahan kanak-kanak kepada pencemaran udara mampu memberi kesan seperti kekurangan kewaspadaan dan fokus, bronkitis, perkembangan paru-paru yang terbantut, dan peningkatan risiko keadaan jangka panjang termasuk asma dan penyakit pernafasan lain<sup>2</sup>.

Kanak-kanak lebih berisiko terhadap pendedahan pencemaran udara daripada orang dewasa. Hal ini kerana perkembangan paru-paru mereka yang masih tidak lengkap, ketinggian pernafasan yang rendah, dan kegiatan aktiviti fizikal dan kadar pernafasan yang tinggi<sup>3</sup>. Walau bagaimanapun, banyak sekolah terletak berhampiran dengan jalan utama bagi tujuan aksesibiliti dimana pelepasan pencemaran udara kenderaan dari jalan utama mudah menyebar ke premis sekolah, termasuk bilik darjah. Di UK, lebih daripada 2,000 sekolah dan taska yang berada berhampiran dengan jalan raya merekodkan tahap pencemaran udara yang tinggi<sup>4</sup>, termasuk bahan pencemar toksik seperti zarah halus dengan diameter 2.5 mikrometer atau kurang (PM<sub>2.5</sub>). Penyakit asma di kalangan kanak-kanak di UK adalah yang lebih tinggi berbanding dengan mana-mana negara Eropah yang lain<sup>4</sup>.

Penggunaan kereta untuk menghantar dan mengambil kanak-kanak ke dan dari sekolah meningkatkan hotspot pencemaran di dalam dan sekitar premis sekolah. Di England, penggunaan kereta untuk perjalanan sekolah telah meningkat dua kali ganda sejak dua dekad yang lalu, dan setiap 1 kereta daripada 4 kereta di jalan raya pada waktu pagi adalah bertujuan untuk membawa kanak-kanak ke sekolah<sup>5</sup>. Pendedahan kanak-kanak terhadap pencemaran udara berlaku dan meningkat pada waktu kenderaan berada dalam keadaan statik dengan enjin masih hidup serta pecutan dan nyapecutan kenderaan, di dalam dan berhampiran dengan premis sekolah, semasa waktu penghantaran / pengambilan kanak-kanak.



*Gambar rajah di atas menunjukkan ketinggian pernafasan yang rendah bagi kanak-kanak dan bayi dalam, yang berada pada ketinggian di mana pelepasan pencemar udara dari kenderaan sangat tertumpu (diterima pakai dari Sharma dan Kumar<sup>3</sup>). Ketinggian pernafasan kanak-kanak kecil adalah antara 0.55m dan 0.85m di atas paras tanah manakala paip ekzos kenderaan adalah biasanya berada dalam jarak 1m dari paras jalan. Ini meningkatkan pendedahan dan risiko kanak-kanak kecil terhadap pencemaran udara.*

Walaupun sistem kawalan aktif (contohnya, mengurangkan pelepasan pencemaran udara di punca ekzos kenderaan) merupakan penyelesaian yang paling berkesan, strategi berasaskan bukti saintifik yang lain juga dapat diterapkan untuk mengurangkan kepekatan pencemar udara dan mengurangkan penyebaran di dalam dan di sekitar sekolah. Sehubungan dengan itu, pendekatan holistik diperlukan daripada pihak berkaitan yang secara langsung menyumbang kepada dan/atau terjejas oleh pencemaran udara untuk membawa perubahan di peringkat akar umbi<sup>6</sup>. Strategi mitigasi pendedahan yang berkesan memerlukan pelbagai tindakan yang menasarkankan *kanak-kanak sekolah, sekolah dan komuniti setempat*.

Dokumen ini meringkaskan amalan terbaik mengenai pengurangan pendedahan pencemaran udara di dalam dan di sekitar sekolah. Cadangan adalah berdasarkan bukti saintifik

*Tujuan dokumen panduan ini adalah untuk menterjemahkan sains yang kompleks kepada tindakan-tindakan mudah yang mampu membolehkan sekolah, kanak-kanak dan komuniti membuat keputusan yang tepat serta mengurangkan pendedahan kanak-kanak sekolah kepada pencemaran udara.*



kontemporari. Oleh itu, ia tertakluk kepada pengubahsuaian mengikut perkembangan ilmu pengetahuan dari semasa ke semasa. Keistimewaan dokumen ini terletak pada pendekatan praktikal yang dicipta bersama (*co-creation*) dan direkabentuk bersama (*co-design*) serta menyasarkan kumpulan reseptor utama (kanak-kanak, sekolah, dan komuniti) dengan saksama. Ia menggunakan hasil penyelidikan utama yang relevan<sup>7-10</sup> dan tinjauan literatur<sup>3,11-13</sup> serta berdasarkan kepada aktiviti dan pengalaman yang luas dari Guildford Living Lab (GLL)<sup>14</sup> dalam penyediaan panduan awam dan pengamal (contohnya panduan perintis mengenai pelaksanaan infrastruktur hijau<sup>15</sup>, cadangan umum untuk pemilihan dan pengurusan spesies tumbuhan<sup>16</sup>, dan ringkasan dasar<sup>17</sup>). Dokumen ini juga melengkapkan kerja-kerja terdahulu, contohnya panduan kualiti udara untuk sekolah, kakitangan sekolah dan kolej<sup>18</sup>, kualiti udara luaran dan kesihatan<sup>19</sup>, perancangan guna tanah dan kawalan pembangunan<sup>20</sup>, kit peralatan udara bersih<sup>21-25</sup>, kesan kesihatan kualiti udara dalaman<sup>26</sup>, dan anti-melahu enjin kenderaan (anti-idling)<sup>27</sup>.

Keberagaman cadangan dalam dokumen panduan ini berkaitan dengan pengurangan zarah halus yang merupakan sesuatu kelas pencemar udara yang mampu memberi kesan yang teruk terhadap kesihatan manusia<sup>28</sup>. Walau bagaimanapun, mesej dalam dokumen panduan ini juga sesuai digunakan bagi bahan pencemar udara berbahaya yang lain, seperti nitrogen oksida. Panduan ini memberi tumpuan kawasan penghantaran/pengambilan kanak-kanak dan kesesakan lalu lintas di sekitar sekolah. Penerangan atau cadangan terperinci mengenai kualiti udara dalaman (contohnya bilik darjah) dan impak kesihatan yang berkaitan adalah di luar skop panduan ini. Dokumen ini menawarkan 10 cadangan generik dan 10 cadangan khusus untuk tiga kumpulan sasaran (kanak-kanak, sekolah, dan komuniti tempatan). Kami menyedari bahawa beberapa sekolah, seperti sekolah bandar dengan premis yang lebih kecil, akan menghadapi cabaran dalam melaksanakan beberapa cadangan. Tetapi cadangan kami sebanyak sedikit mampu memberi manfaat kepada sekolah bandar. Selain itu, dokumen ini juga boleh berfungsi sebagai panduan pendidikan, mampu diadaptasikan dengan usia yang sesuai di mana perlu, membantu sekolah meningkatkan pengetahuan kanak-kanak dan ibu bapa/penjaga mereka. Dengan itu, ia meminimumkan penjanaan pencemar udara dan mengurangkan pendedahan mereka kepada pencemaran udara.

Susunan cadangan umum kami adalah tidak mengikut keutamaan atau kepentingan atau kesan. Hal ini adalah disebabkan oleh kekurangan bukti keberkesanan bagi setiap cadangan. Selain itu, pendekatan holistik adalah penting dalam menangani masalah pencemaran udara (sila lihat cadangan umum # 1). Lazimnya, sistem kawalan aktif (contohnya dasar anti-melahu enjin kenderaan dan insentif untuk mengurangkan penggunaan kenderaan) merupakan strategi yang paling berkesan dan harus diutamakan.

1. British Lung Foundation, 2016. <https://tinyurl.com/BLFOrq16>
2. USEPA, 2019. <https://tinyurl.com/USEPAsthma19>
3. Sharma, A., Kumar, P., 2018. A review of factors surrounding the air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. *Environment International* 120, 262-278. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.038>
4. Mumovic, D., et al., 2016. <https://tinyurl.com/IAQLNDSchools>
5. Perscom, National Travel Survey, 2018. <https://tinyurl.com/NTSPerscom18>
6. Mahajan, S., Kumar, P., et al., 2020. A citizen science approach for enhancing public understanding of air pollution. *Sustainable Cities and Society* 52, 101800. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101800>.
7. Kumar, P., et al., 2020. A primary school driven initiative to influence commuting style for dropping-off and picking-up of pupils. *Science of the Total Environment* 727, 727, 138360. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138360>
8. Kumar, P., et al., 2017. Exposure of in-pram babies to airborne particles during morning drop-in and afternoon pick-up of school children. *Environmental Pollution* 224, 407-420. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.021>
9. Sharma, A., Kumar, P., 2020. Quantification of air pollution exposure to in-pram babies and mitigation strategies. *Environment International* 139, 105671. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105671>
10. Ottosen, T.B., Kumar, P., 2020. The influence of the vegetation cycle on the mitigation of air pollution by a deciduous roadside hedge. *Sustainable Cities and Society* 53, 101919. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101919>
11. Goel, A., Kumar, P., 2014. A review of fundamental drivers governing the emissions, dispersion and exposure to vehicle-emitted nanoparticles at signalised traffic intersections. *Atmospheric Environment* 97, 316-331. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.037>
12. Kumar, P., et al., 2019. The nexus between air pollution, green infrastructure and human health. *Environment International* 133, 105181. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105181>
13. Barwise, Y., Kumar, P., 2020. Designing vegetation barriers for urban air pollution abatement: a practical review for appropriate plant species selection. *npj Climate and Atmospheric Science* 3, 12. <https://doi.org/10.1038/s41612-020-0115-3>
14. Guildford Living Lab. <https://tinyurl.com/GuildfordLivingLab>
15. Greater London Authority, 2019. <https://tinyurl.com/GLAGreen19>
16. Kumar, P., et al., 2019. Implementing Green Infrastructure for Air Pollution Abatement. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.8198261.v4>
17. Kumar, P., et al., 2019. Improving air quality and climate with green infrastructure. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.36772.22403>
18. Air pollution guidance for school and college staff. <https://neu.org.uk/media/3246/view>
19. NICE guidelines [NG70]. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng70>
20. Land-Use Planning & Development Control: Planning For Air Quality. <https://tinyurl.com/IAQM2017>
21. Cleaner Air 4 Primary Schools Toolkit. <https://tinyurl.com/CA4PSTKit>
22. The Mayor's School Air Quality Audit Programme. <https://tinyurl.com/MOLToolkit18>
23. London healthy air, healthier children. <https://tinyurl.com/HEALND>
24. Building Bulletin 101. <https://tinyurl.com/BB10118>
25. Clean Air Schools Pack. <https://tinyurl.com/CleanAirSchoolsPack>
26. The inside story, 2020. <https://tinyurl.com/RCPC20>
27. Your guide to putting a stop to idling engines in your neighbourhood. <https://tinyurl.com/LS-BLF>
28. World Health Organization, 2013. <https://tinyurl.com/REVHAAAP-WHO13>

# CADANGAN AM



## 1. MENGGALAKKAN PENGLIBATAN SERTA KERJASAMA DARIPADA SEMUA PIHAK

Langkah-langkah untuk menghadkan pendedahan kepada pencemaran udara termasuklah sistem kawalan aktif dan/atau pasif di sumber (contohnya menghadkan pelepasan ekzos), reseptor (contohnya memakai topeng), serta antara sumber dan reseptor (contohnya penampun hijau). Pendedahan kepada pencemaran udara juga boleh dikurangkan melalui perubahan tingkah laku dan pengambilan keputusan termaklum, seperti memilih laluan jalan yang bebas dari *hotspot* pencemaran. Oleh itu, suatu pendekatan yang holistik, yakni dengan adanya komunikasi dan penyertaan antara sekolah, kanak-kanak, ibu bapa, komuniti serta badan kerajaan, adalah penting kepada perubahan yang lebih menyeluruh dan pengurangan pendedahan kepada pencemaran udara yang berkesan.



## 2. MEWUJUDKAN ZON UDARA BERSIH DI SEKITAR SEKOLAH

Mewujudkan zon udara bersih di sekitar sekolah dengan melaksanakan langkah penyelesaian yang 'aktif' (pendekatan anti melahu untuk mengawal pelepasan daripada kenderaan, menempatkan semula tempat penghantaran/ pengambilan pelajar dari pintu masuk sekolah dan sebagainya) boleh meminimumkan tahap pencemaran di dalam dan sekitar kawasan sekolah.



### 3. MENGGUNAKAN SISTEM PENGAWALAN 'PASIF'

Sistem kawalan 'pasif', seperti penanaman hijau (contohnya pagar) di sepanjang sempadan premis sekolah dan jalanraya bersebelahan, boleh meminimumkan pendedahan harian murid sekolah kepada bahan pencemar pelepasan kenderaan. Pemilihan jenis tumbuhan secara teliti, mengambil kira konteks fizikal dan keadaan persekitaran tapak, boleh meminimumkan kesan buruk (contohnya pelepasan debunga) dan memaksimumkan potensi perkhidmatan ekosistem yang lain (contohnya pengurangan pencemaran bunyi atau sokongan biodiversiti).



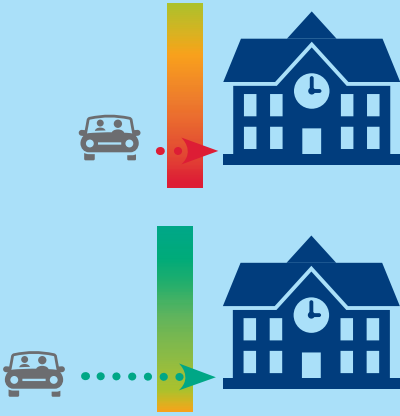
### 4. PERTIMBANGKAN KUALITI UDARA BILIK DARJAH

Walaupun dengan menghadkan pembukaan pintu/tingkap yang menghadap ke arah tempat penghantaran/ pengambilan pelajar boleh mengurangkan pendedahan pelajar terhadap pelepasan pencemaran daripada trafik lalu lintas, namun keadaan ini akan menyebabkan peningkatan karbon dioksida di dalam bilik darjah yang berdekatan. Oleh itu, penggunaan pengudaraan mekanikal dan penapisan udara yang mencukupi, contohnya unit berdiri sendiri, mampu mengurangkan pengumpulan zarah berbahaya serta bahan pencemar yang lain seperti karbon dioksida di dalam udara.



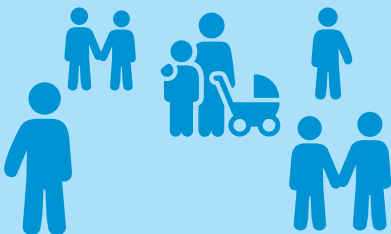
## 5. MERANCANG PEMBANGUNAN SEKOLAH BAHARU DENGAN TELITI

Kebanyakan sekolah terletak berhampiran jalan raya yang sibuk, di mana pencemaran udara adalah paling tinggi. Tahap pencemaran akan berkurangan selaras dengan jarak dari jalan raya. Oleh yang demikian, perletakkan sekolah baharu harus dirancang secara strategik, iaitu jauh dari jalan utama, serta mempunyai laluan pejalan kaki yang selamat di antara premis sekolah dan jalan utama. Sekolah tersebut juga harus terletak di dalam jarak berjalan kaki dari komuniti, untuk menggalakkan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal serta meminimumkan pelepasan daripada kenderaan ibu bapa/penjaga.



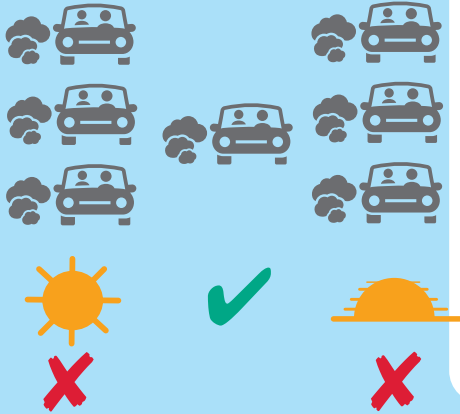
## 6. BERJALAN KAKI KE SEKOLAH

Berjalan ke/dari sekolah harus digalakkan kerana ia memberikan faedah dari segi kesejahteraan mental dan fizikal, menyokong kanak-kanak untuk berdikari, berkemahiran sosial dan berkemahiran dalam hal-hal keselamatan jalan raya, serta mengurangkan jumlah kesesakan lalu lintas serta pencemaran udara. Berjalan kaki secara rutin ke/dari sekolah juga mampu mengukuhkan semangat komuniti dan meningkatkan pemahaman kanak-kanak terhadap kawasan tempat tinggal mereka.



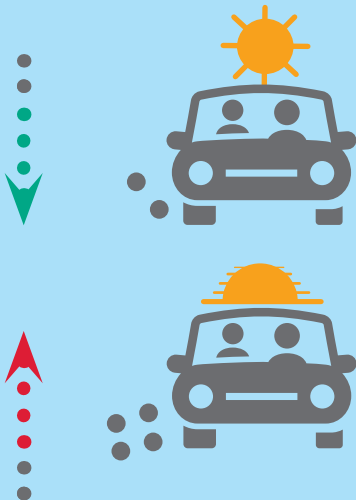


## 7. MENGELOKKAN PENGGUNAAN KENDERAAN YANG TIDAK PENTING



Tahap pencemaran udara adalah paling tinggi pada waktu pagi (07:00-09:00) disebabkan oleh aktiviti penghantaran pelajar yang lebih pesat serta kadar penyelerakan bahan pencemar yang lebih rendah jika dibandingkan dengan waktu pengambilan petang (15:00-17:00). Walau bagaimanapun, mengelakkan perjalanan yang tidak penting pada waktu puncak pagi dan petang boleh memberikan kesan positif secara langsung kepada kanak-kanak dan ibu bapa/penjaga oleh sebab pengurangan jumlah kenderaan di jalan raya, kesesakan trafik, pengurangan masa dalam perjalanan dan sebagainya, dapat mengurangkan pendedahan pencemaran.

## 8. MEMPERTIMBANGKAN HABUK DI ATAS PERMUKAAN JALAN RAYA



Walaupun tahap pencemaran udara adalah lebih rendah dan keadaan penyelerakan atmosfera yang lebih baik pada waktu pengambilan petang, kepekatan zarah kasar masih akan berada dalam keadaan yang lebih tinggi disebabkan permukaan jalan yang kering pada waktu tersebut, menyebabkan habuk di permukaan jalan raya terampai ke udara. Pada kebiasaannya, embun akan mengurangkan habuk di jalan raya dengan menghalang ia terampai semula di tepi jalan pada waktu pagi, dan membasahi permukaan jalan raya semasa musim kering pada waktu siang.

## 9. MENYEDIAKAN PROJEK SAINS RAKYAT

Kerjasama secara langsung melalui sains rakyat boleh meningkatkan kesedaran tentang pencemaran udara dan langkah-langkah mitigasi di kalangan kanak-kanak, ibu bapa, sekolah dan komuniti. Sains rakyat dan penyelidikan partisipatif juga membolehkan individu berkongsi pengalaman dan/atau kebimbangan mereka (contohnya berkenaan keselamatan jalan raya) bersama penyelidik dan penggubal dasar untuk tindakan yang lebih menyeluruh dalam menangani isu-isu penting.



## 10. MENERAPKAN ISU PENCEMARAN UDARA DALAM PENDIDIKAN

Pencemaran udara dan strategi-strategi mitigasi boleh disepadukan ke dalam kurikulum kebangsaan. Sebagai contoh, kemahiran asas saintifik, sosial dan keselamatan jalan raya boleh diperkukuhkan sebagai sebahagian daripada latihan yang disyorkan di dalam dokumen panduan ini, dimana kesemuanya dapat membantu kanak-kanak mencapai objektif kurikulum. Selain itu, ketersediaan penggera pencemaran mampu milik boleh menyokong latihan praktikal yang berkaitan dan eksperimen yang diterajui pelajar-pelajar dalam mata pelajaran kurikulum atau kelab sebelum/ selepas sekolah.

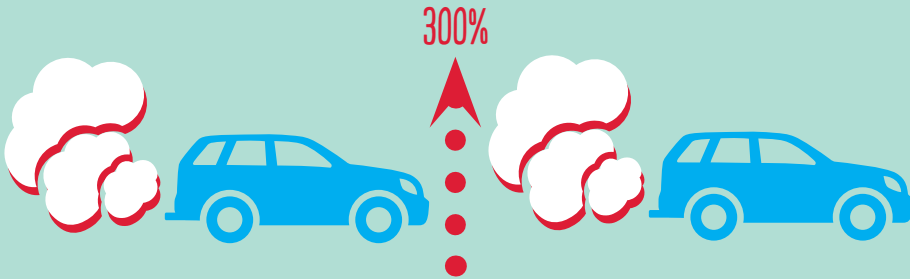


# CADANGAN BERSASAR



# FAKTA #1

KERETA YANG BERATUR/MENUNGGU SEMASA WAKTU MENGHANTAR KANAK-KANAK BOLEH MENJANA SEHINGGA 300% PENINGKATAN KEPEKATAN ZARAH HALUS DI KAWASAN SEKOLAH.



Mengelakkan penggunaan kenderaan semasa waktu menghantar kanak-kanak boleh mengurangkan pendedahan kanak-kanak sekolah kepada bahan pencemar kenderaan yang berbahaya sebanyak tiga kali ganda.

## KANAK-KANAK

- Jauhi diri dari sebarang kereta atau kereta yang sedang beratur dengan enjinnya yang hidup.

## SEKOLAH

- Sekolah harus menyokong lebih ramai kanak-kanak untuk berjalan, contohnya melalui akreditasi dan skim perubahan tingkah laku.
- Penggunaan kenderaan di dalam atau sangat dekat dengan kawasan sekolah hendaklah dielakkan dengan menempatkan semula tempat penghantaran/ pengambilan jauh dari pintu masuk sekolah.
- Masa penghantaran kanak-kanak yang berperingkat dan/atau kelab berkongsi kereta (*carpool*) harus digalakkan.
- Memperketatkan peraturan bahawa mana-mana kawasan 'no-stop' (contohnya, garisan kuning berkembar) di sekeliling sekolah harus dipatuhi.

## KOMUNITI

- Matikan enjin semasa anda menunggu, walaupun hanya sebentar.
- Elakkan penggunaan kenderaan semasa waktu menghantar kanak-kanak (serta pengambilan kanak-kanak), atau letak kereta jauh dari pintu masuk sekolah.
- Ibu bapa dan kanak-kanak harus, sejauh mana yang boleh, berjalan atau berbasikal ke/dari sekolah, untuk mengurangkan kesan negatif terhadap kualiti udara, meningkatkan aktiviti fizikal mereka, dan mengamalkan kemahiran navigasi dan keselamatan jalan raya.



## FAKTA #2

KEPEKATAN ZARAH HALUS SEMASA WAKTU PENGAMBILAN ADALAH SEHINGGA TIGA KALI LEBIH RENDAH DARIPADA WAKTU PENGHANTARAN KANAK-KANAK DISEBABKAN OLEH WAKTU PENGAMBILAN YANG BERBEZA DAN KADAR PENYELERAKAN BAHAN PENCEMAR YANG LEBIH BAIK PADA SEBELAH PETANG.



Masa pengambilan berperingkat disebabkan aktiviti selepas waktu sekolah dapat mengurangkan kesesakan lalu lintas dan, seterusnya, pelepasan bahan pencemar dari kenderaan.

### KANAK-KANAK

- Jaga jarak anda dari kereta yang melahu dengan enjin hidup sebanyak mungkin.

### SEKOLAH

- Atur dan jadualkan aktiviti sebelum dan selepas sekolah untuk menyusun masa penghantaran dan pengambilan kanak-kanak atau kelab berkongsi kereta (carpool) untuk mengurangkan bilangan kereta.
- Menyokong akses kepada basikal untuk semua, contohnya, melalui skim perkongsian basikal.

### KOMUNITI

- Jika boleh, elakkan penggunaan kenderaan untuk tujuan pengangkutan ke/dari sekolah, atau parkir kereta jauh dari pintu masuk sekolah.
- Galakkan pihak berkuasa tempatan untuk mewujudkan zon tempat letak kenderaan terkawal dan melarang parkir kenderaan di sekitar sekolah untuk menambah baik aliran kereta semasa waktu penghantaran/ pengambilan kanak-kanak.



## FAKTA #3

# KEPEKATAN ZARAH HALUS DI TAMAN PERMAINAN BERSEBELAHAN JALAN YANG SIBUK ADALAH HAMPİR SAMA DENGAN KEPEKATAN DI JALAN UTAMA SEMASA WAKTU MENURUNKAN KANAK-KANAK.



Penyelesaian berasaskan alam semula jadi, seperti tanaman pagar di sekeliling perimeter sekolah, boleh membantu meningkatkan kualiti udara di persekitaran sekolah.

Sebarang aktiviti di taman permainan hendaklah dihadkan semasa waktu menurunkan kanak-kanak sehingga langkah-langkah mitigasi yang secukupnya dilaksanakan oleh sekolah dan/atau komuniti.

### KANAK-KANAK

- Jika taman permainan anda berdekatan dengan jalan raya, jangan bermain berhampiran dengan jalan tersebut pada waktu pagi.

### SEKOLAH

- Jika boleh, sebarang kelas luar pada waktu pagi hendaklah dijadualkan semula ke waktu lain pada hari persekolahan (contohnya, tengah hari).
- Sekolah boleh menanam atau menambah tanaman yang rendah alahan dan tidak beracun (tanaman pagar) di antara premis sekolah dan jalan berhampiran untuk mengurangkan lagi lalu lintas ke atas persekitaran sekolah.
- Pertimbangkan untuk melaksanakan pintu masuk tambahan yang berhampiran dengan jalan utama, dengan laluan pejalan kaki yang selamat dikelilingi oleh tanaman pagar hijau di dalam kawasan sekolah.
- Sekolah hendaklah menghalang kanak-kanak dari bermain berhampiran dengan mana-mana pagar yang bersempadan dengan jalan raya yang sibuk.

### KOMUNITI

- Ahli komuniti tempatan boleh menyokong sekolah dengan menanam tanaman pagar hijau di sekeliling sekolah dan/atau melaksanakan langkah kawalan lain yang sesuai.
- Masyarakat tempatan harus bekerjasama dengan pihak berkuasa tempatan untuk menggunakan pendekatan perancangan dalam semua pembangunan sedia ada dan baharu yang mengutamakan jalan yang selamat dan dapat memberi pengalaman yang seronok, bagi menggalakkan ibu bapa dan anak-anak berjalan kaki.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## FAKTA #4

# KEPEKATAN ZARAH HALUS DALAM BILIK DARJAH YANG MENGHADAP JALAN RAYA BOLEH BERGANDA SEMASA WAKTU MENURUNKAN KANAK-KANAK.



**Kurangkan pelepasan bahan pencemar dari kenderaan yang lalu di depan sekolah dengan menghadkan kemasukan kenderaan dan menempatkan semula tempat penghantaran kanak-kanak yang jauh dari pintu masuk sekolah.**

### KANAK-KANAK

- Elakkan dari membuka pintu atau tingkap di dalam bilik darjah yang bersebelahan dengan tempat penghantaran kanak-kanak.

### SEKOLAH

- Tempat menghantar/mengambil hendaklah jauh dari pintu masuk bilik darjah.
- Kanak-kanak harus diarahkan ke bilik darjah yang berkaitan melalui pintu/laluan dalaman, untuk menghadkan pendedahan kepada bahan pencemar dari kenderaan di tempat penghantaran/pengambilan kanak-kanak.
- Akses ke bilik darjah melalui pintu yang menghadap ke arah/berhampiran dengan kesesakan lalu lintas harus dihadkan untuk mengurangkan impak zarah pencemar dari kenderaan ke atas kualiti udara dalaman.

### KOMUNITI

- Elakkan penggunaan kenderaan semasa waktu menghantar/mengambil sebanyak mungkin, dan cuba parkir kereta jauh dari pintu masuk sekolah.
- Galakkan ibu bapa dan anak-anak untuk berjalan kaki atau berbasikal ke/dari sekolah.



## FAKTA #5

MENUTUP PINTU/TINGKAP BILIK DARJAH BOLEH MENYEKAT KEMASUKAN PELEPASAN BAHAN PENCEMAR YANG BERKAITAN LALU LINTAS. WALAU BAGAIMANAPUN, BERBUAT DEMIKIAN AKAN MENYEBABKAN PENGUMPULAN KARBON DIOKSIDA DI DALAM BILIK DARJAH.



Untuk meminimumkan pencemaran udara yang berkaitan dengan lalu lintas di dalam bilik darjah, pastikan pintu/tingkap yang menghadap lalu lintas ditutup semasa waktu puncak dan sebaliknya buka pintu/tingkap dalaman.

### KANAK-KANAK

- Jika anda boleh melihat pintu masuk sekolah dari tingkap bilik darjah anda, cuba pastikan tingkap ditutup semasa pelajaran pertama untuk melindungi diri anda daripada pencemaran pagi. Jika guru anda berkata demikian, anda boleh membuka tingkap pada waktu siang atau jika anda berasa panas atau letih.

### SEKOLAH

- Pertimbangkan untuk memasang monitor karbon dioksida di dalam bilik darjah.
- Membuka ruang untuk udara segar masuk ke dalam bilik darjah jika guru menyedari/dimaklumkan tentang gejala di kalangan kanak-kanak yang mempunyai paras karbon dioksida yang tinggi (contohnya, keletihan, tidak dapat berfikir dengan jelas, sakit kepala, pening).
- Pintu/tingkap yang menghadap ke jalan raya digunakan untuk pertukaran udara hanya pada waktu luar puncak.
- Bersihkan penapis udara dengan kerap atau pertimbangkan untuk menyediakan sistem penapisan dan pengudaraan yang betul untuk mengurangkan pencemaran udara dalaman dan meminimumkan penyusupan bahan pencemar luar.

### KOMUNITI

- Penduduk harus bekerjasama dengan pihak berkuasa tempatan untuk memastikan sekolah baharu terletak di tempat yang strategik di kawasan yang jauh dari jalan utama, dengan laluan berjalan kaki/berbasikal yang selamat untuk menghubungkan kawasan sekolah dengan jalan penghubung utama serta perumahan/komuniti.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY



## FAKTA #6

KEPEKATAN NOMBOR ZARAH DI KAWASAN HOTSPOT  
PENCEMARAN, SEPERTI PERSIMPANGAN LALU LINTAS DAN  
PERHENTIAN BAS, BOLEH MENJADI HAMPİR DUA PERTIGA  
LEBIH TINGGI DARIPADA BAHAGIAN ALIRAN TRAFIK.



Keadaan berhenti-mula dan pecutan akan meningkatkan kepekatan bahan pencemar, contohnya di persimpangan lalu lintas dan perhentian bas. Oleh yang demikian, meminimumkan masa di tempat tersebut akan mengurangkan pendedahan anda kepada pencemaran.

### KANAK-KANAK

- Cuba berdiri jauh dari tepi jalan, persimpangan lalu lintas dan perhentian bas untuk mengurangkan pendedahan anda kepada bahan pencemar kenderaan yang berbahaya.

### SEKOLAH

- Sekolah hendaklah memaklumkan kepada ibu bapa/penjaga bahawa berulang-alik ke/dari sekolah melalui jalan utama meningkatkan risiko pendedahan yang tinggi kepada pelepasan kenderaan.
- Laluan alternatif yang tiada/kurang trafik harus dicadangkan.

### KOMUNITI

- Jika boleh, dengan sokongan daripada pihak sekolah, komuniti harus menggalakkan pihak berkuasa tempatan untuk memindahkan persimpangan lalu lintas dan perhentian bas dari kawasan sekolah.



## FAKTA #7

BAYI DALAM KERETA SORONG DAN KANAK-KANAK KECIL BOLEH MENGHIRUP UDARA TERCEMAR SEHINGGA 60% LEBIH BANYAK DARIPADA ORANG DEWASA SEMASA PERSEKOLAHAN KERANA ZON PERNAFASAN MEREKA LEBIH DEKAT DENGAN KETINGGIAN EKZOS KENDERAAN, DI MANA PADA KEPEKATAN TERTINGGI.



Kepekatan bahan pencemar biasanya paling tinggi satu meter dari paras tanah dan berkurangan dengan jarak (termasuk ketinggian) dari jalan raya. Jika boleh, meningkatkan ketinggian pernafasan dan menjauhkan sejauh mungkin dari ekzos kenderaan akan mengurangkan pendedahan.

### KANAK-KANAK

- Cuba menjauhkan diri dari pinggir jalan jika anda berjalan ke atau dari sekolah.

### SEKOLAH

- Sekolah harus menekankan betapa signifikannya kepekatan bahan pencemar pada ketinggian rendah kepada ibu bapa/kanak-kanak dan mencadangkan laluan alternatif yang lebih bersih (contohnya, melalui taman).
- Jika boleh, menggunakan pram tinggi berbanding kerusi tolak rendah boleh meningkatkan ketinggian pernafasan kanak-kanak dan mengurangkan pendedahan mereka.
- Membawa bayi atau kanak-kanak kecil (contohnya, dalam beg gelas pembawa bayi) di dan di sekitar kawasan *hotspot* pencemaran, di mana ia bukan sahaja selamat untuk berbuat demikian, malah boleh meningkatkan ketinggian zon pernafasan mereka dan memberi peluang untuk menghadap jauh dari sumber pencemaran dan mengurangkan pendedahan.
- Ahli komuniti boleh mempertimbangkan untuk meninggalkan ruang untuk penghadang hijau (contohnya, pagar) di antara jalan utama dan bangunan, laluan pejalan kaki, laluan berbasikal, dan sebagainya semasa merancang sebarang pembangunan di tanah persendirian.

### KOMUNITI

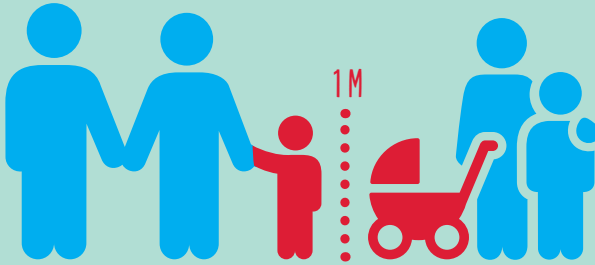


GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## FAKTA #8

JENIS KERETA SORONG ATAU KERUSI TOLAK MEMBERI PERBEZAAN YANG KETARA KEPADA PENDEDAHAN PENUNGGANG DALAM PERJALANAN KE/DARI SEKOLAH. SEBAGAI CONTOH, KEPEKATAN NOMBOR ZARAH ADALAH 72% LEBIH TINGGI DI TEMPAT DUDUK BAWAH KERETA SORONG BERGANDA DARIPADA DI TEMPAT DUDUK ATAS.



Satu meter daripada paras jalan, di mana pelepasan ekzos kenderaan bertemu dengan udara ambien, bertepatan dengan ketinggian pernafasan kanak-kanak kecil atau penunggang kerusi tolak. Oleh yang demikian, ketinggian tersebut merupakan zon berisiko tinggi untuk pendedahan pencemaran udara.

### KANAK-KANAK

- Ingatlah untuk berjalan jauh dari pinggir jalan, untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran.

### SEKOLAH

- Ruang menunggu yang dikhaskan boleh disediakan untuk ibu bapa dengan kerusi tolak, yang sepatutnya berada jauh dan pada ketinggian yang tinggi dari tempat letak kenderaan.

### KOMUNITI

- Jika boleh, ibu bapa harus mengelak daripada membawa kereta sorong atau kerusi tolak di jalan raya yang sibuk, dan sebaliknya boleh memilih kereta sorong yang menghadap ibu bapa, jika mereka boleh berbuat demikian.
- Kawalan aktif di sumber (contohnya, mengurangkan penggunaan kenderaan) sentiasa lebih berkesan daripada kawalan pasif. Walau bagaimanapun, bagi ibu bapa yang sedang mempertimbangkan kereta sorong atau kerusi tolak baharu, harus mempertimbangkan ketinggian pernafasan anak dalam kereta sorong harus dipertimbangkan.



## FAKTA #9

PEMAKAIAN PENUTUP KERETA SORONG ATAU KERUSI TOLAK YANG TELAH DILULUSKAN/DIUJI KESELAMATAN, TERUTAMANYA DI SEKITAR KAWASAN 'HOTSPOT' PENCEMARAN SEPERTI PERSIMPANGAN LALU LINTAS ATAU PERHENTIAN BAS, BOLEH MENGURANGKAN PENDEDAHAN KANAK-KANAK KEPADA ZARAH HALUS LEBIH DARIPADA SATU PERTIGA SEMASA SEKOLAH BEROPERASI.



Secara ideal, penutup pram atau kerusi tolak hendaklah digunakan berhampiran jalan raya yang sibuk atau di kawasan *hotspot* pencemaran.

### KANAK-KANAK

Sekiranya atau kerusi tolak anda mempunyai penutup, anda boleh menggunakannya untuk melindungi anda daripada pencemaran berhampiran jalan raya.

### SEKOLAH

Pihak sekolah boleh menggalakkan langkah-langkah mitigasi kepada ibu bapa/penjaga, seperti memilih laluan alternatif yang mempunyai lalu lintas rendah, meminimumkan masa di kawasan *hotspot* pencemaran serta menggunakan penutup pram atau kerusi tolak apabila perlu. Pihak sekolah juga perlu menandakan dengan jelas tempat menunggu sedia ada di kawasan sekolah untuk ibu bapa dengan.

### KOMUNITI

- Penutup atau kerusi tolak kalis air/pejal boleh digunakan untuk tempoh yang singkat semasa cuaca sejuk di kawasan *hotspot* pencemaran (contohnya, persimpangan lalu lintas dan perhentian bas) sebagai penghalang fizikal antara pelepasan ekzos kenderaan dan zon pernafasan dalam kereta sorong. Tiada bukti saintifik sedia ada untuk menyatakan sama ada penutup bernafas (contohnya, untuk perlindungan matahari) mempunyai kesan yang sama.
- Penggunaan penutup juga tidak disyorkan untuk tempoh yang lama, untuk mengelakkan pengumpulan karbon dioksida, meskipun dalam keadaan cuaca panas.



GLOBAL CENTRE FOR  
CLEAN AIR RESEARCH

UNIVERSITY OF SURREY

## FAKTA #10

PENGLIBATAN MASYARAKAT DALAM MEREKABENTUK DAN MEMBANGUNKAN SECARA BERSAMA INISIATIF SAINTIFIK KUALITI UDARA MENUNJUKKAN PENINGKATAN PEMAHAMAN TENTANG BAGAIMANA PENCEMARAN UDARA MEMPENGARUHI KESIHATAN MANUSIA DAN MEMBANTU INDIVIDU UNTUK MEMBUAT KEPUTUSAN BAGI MENGURANGKAN PENDEDAHAN HARIAN.



Sekolah dan penduduk tempatan tidak seharusnya hanya menjadi peserta dalam kajian sains warganegara tetapi perlu menjadi rakan kongsi aktif dengan penyelidik, mengikuti pendekatan tiga serampang: (i) penyertaan (contohnya memperkenalkan seminar dan bengkel yang melibatkan masyarakat dari pelbagai sosio-demografi); (ii) kerjasama (iaitu interaksi berterusan antara penyelidik, komuniti dan pembuat dasar); dan (iii) timbal balik (contohnya perdebatan antara saintis warganegara mengenai penemuan penyelidikan mereka).

### KANAK-KANAK

- Kanak-kanak boleh mengambil bahagian dalam aktiviti pengumpulan data sebagai pengalaman secara langsung.
- Mereka boleh berkongsi pengalaman mereka dengan rakan dan keluarga bagi mengatur pemikiran mereka dan memperkukuhkan amalan baik.

### SEKOLAH

- Sekolah boleh mengambil bahagian dalam merekabentuk kajian, seperti membangunkan objektif penyelidikan dan mengenal pasti lokasi persampelan secara bersama.
- Sekolah seharusnya menyokong pengumpulan data, berkongsi penemuan dengan ibu bapa / penjaga dan kanak-kanak, dan mengamalkan amalan baik (dari segi ketegasan saintifik dan sebarang langkah-langkah kawalan pendedahan yang dikenal pasti) untuk memimpin dengan contoh.

### KOMUNITI

- Komuniti boleh mengambil bahagian dengan mengadakan dan melaksanakan kajian secara bersama, bagi memastikan bahawa kajian-kajian ini dan penemuan mereka mempunyai impak awam yang luas.
- Mereka boleh memudahkan akses ke sekolah tempatan, tempat dan lain-lain persekitaran untuk bengkel, pengumpulan data, dll, dan boleh mengambil bahagian sebagai individu.



# PENGHARGAAN

Kami memperakui dan menghargai sokongan yang diterima daripada: University of Surrey's Living Lab Grant (2019-20) dalam mengekalkan aktiviti-aktiviti Guildford Living Lab; projek iSCAPE (Improving Smart Control of Air Pollution in Europe) yang dibiayai oleh European Community's H2020 Programme di bawah Perjanjian Geran No. 689954; EPSRC PhD studentship projects (1948919 dan 2124242); projek INHALE (Health assessment across biological length scales for personal pollution exposure and its mitigation; Geran No. EP/T003189/1) dan COTRACE (COvid-19 Transmission Risk Assessment Case studies - education Establishments; EP/W001411/1) yang dibiayai oleh EPSRC; dan anugerah University of Surrey untuk projek CARe-Cities dan CARe-Homes di bawah Research England's Global Challenge Research Fund (GCRF).

## Terima kasih kepada penilai dan penyokong (mengikut susunan abjad):

- Kate Alger, Jen Gale, Victoria Hazel, Sadhana Shishodia, Idil Spearman, Rachel Spruce (parents, Sandfield Primary School, Guildford)
- Maria de Fátima Andrade (Professor, University of Sao Paulo, Brazil)
- Simon Birkett (Clean Air in London)
- Stuart Cole (Oxfordshire County Council)
- Silvana Di Sabatino (Professor, University of Bologna, Italy)
- Claire Dillaway (parent, Elm Wood Primary School, London)
- Gary Durrant, Justine Fuller (Guildford Borough Council)
- Stephen Holgate (Professor, UKRI NERC Clean Air Champion)
- Stephen Jackson (Headteacher, Valley Primary School Bromley)
- Neil Lewin (Headteacher, St Thomas of Canterbury Catholic Primary School, Guildford)
- Paul Linden (Professor, University of Cambridge)
- Antti Makela (Finnish Meteorological Institute, Finland)
- Lidia Morawska (Professor, Queensland University of Technology, Brisbane)
- Francesco Pilla (Associate Professor, University College Dublin, Ireland)
- Caroline Reeves (Leader of Guildford Borough Council)
- Dave Scarbrough (RBWM Climate Emergency Coalition)
- Arun Sharma (Professor, President, Society for Indoor Environment, India)
- Ian Steers (Founder CESA, Climate Emergency in the Sunnings and Ascot)
- Andrew Strawson (Chair, Merrow Residents' Association, Guildford)
- Catherine Sutton (Director of Airborne Allergy Action)
- Burpham Community Association, Guildford
- Guildford Living Lab and GCARE members

## Penafian

Kandungan dokumen ini membentangkan secara eksklusif pandangan dan pengalaman penulis dan tidak semestinya mencerminkan pandangan sama ada agensi pembiaya atau penyokong / penilai, mahupun agensi dan / atau institusi pembiayaan masing-masing. Cadangan yang terkandung dalam dokumen ini telah diekstrak daripada literatur saintifik yang telah diterbitkan. Intervensi-intervensi yang dicadangkan adalah penting, namun tidak menyeluruh. Terdapat kekurangan dalam literatur peer-reviewed mengenai topik-topik tertentu sebagai bukti. Oleh yang demikian, cadangan kami seharusnya dianggap sebagai umum dan pertimbangan awal, bukannya preskriptif untuk sebarang keadaan tertentu. Asas pengetahuan yang semakin meningkat akan memudahkan penambahbaikan kepada panduan ini pada masa akan datang.

## CONTACT

Professor Prashant Kumar  
Founding Director, Global Centre for Clean Air Research (GCARE)  
University of Surrey, UK  
p.kumar@surrey.ac.uk  
T: +44 (0)1483 682762  
W: <https://www.surrey.ac.uk/people/prashant-kumar>  
Twitter: @AirPollSurrey Twitter: @pk\_shishodia





University of Surrey  
Guildford, Surrey GU2 7XH

GCARE@surrey.ac.uk  
surrey.ac.uk/gcare

*Kami telah membuat segala usaha yang munasabah untuk memastikan bahawa maklumat dalam penerbitan ini adalah betul pada masa ia akan dicetak iaitu pada Mei 2020, tetapi kami tidak boleh menerima sebarang liabiliti untuk ketidaktepatan dalam maklumat yang diterbitkan, dan maklumat mungkin berubah dari semasa ke semasa tanpa notis. Untuk maklumat yang terbaru dan terkini, sila layari web kami di [surrey.ac.uk/gcare](http://surrey.ac.uk/gcare).*



UNIVERSITY OF  
SURREY



Engineering and  
Physical Sciences  
Research Council



iSCAPE H2020-SC5-04-2015  
Grant Agreement No. 689954



Natural  
Environment  
Research Council



Research  
England