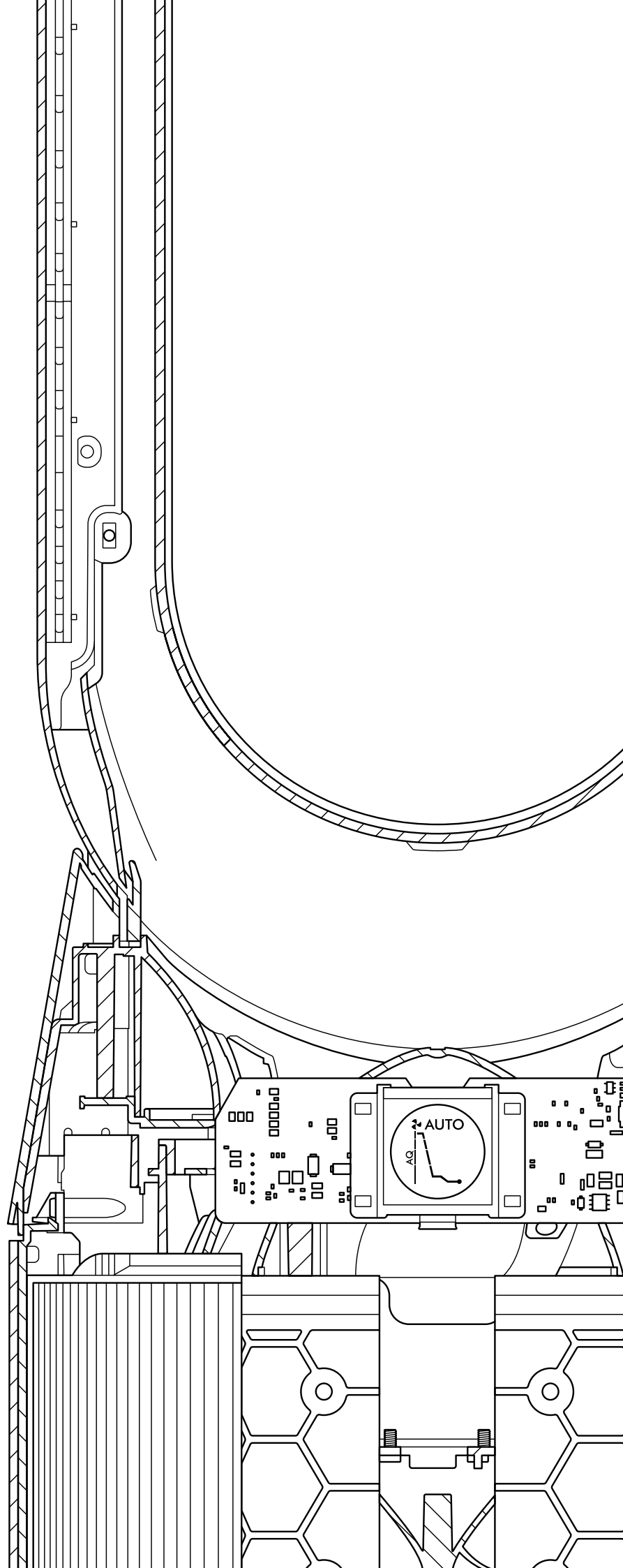


THE
JAMES
DYSON
FOUNDATION

BUKU PANDUAN GURU

Penyelesaian Kejuruteraan:
Pencemaran Udara



PENGENALAN

Buku panduan guru ini akan memperkenalkan kejuruteraan kepada para pelajar dan meneroka bagaimana jurutera boleh menyelesaikan cabaran-cabaran global yang berfokus pada masalah pencemaran udara. Dalam lima sesi pembelajaran, para pelajar akan mengetahui definisi pencemaran udara dan bagaimana kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ berfungsi dalam menyelesaikan isu pencemaran udara di ruangan dalam bangunan. Para pelajar akan menyelesaikan eksperimen dan menganalisis data diikuti dengan reka bentuk serta pembangunan produk sebagai penyelesaian terhadap isu pencemaran udara berdasarkan proses reka bentuk yang dipelajari. Buku panduan ini direka agar sesuai dengan kurikulum Sains dan Reka Bentuk serta Teknologi pada Tahap Utama 3 dan 4.

Sekiranya anda mengikut rancangan pengajaran yang disediakan, para pelajar akan:

- Belajar mengenai pencemaran udara dan punca-punca globalnya.
- Pertimbangkan pendedahan mereka sendiri terhadap pencemaran udara.
- Mengumpul dan/atau menganalisis data tentang pencemaran udara
- Analisis kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™
- Pertimbangkan penyelesaian kejuruteraan global terhadap pencemaran udara
- Menyediakan, membentangkan dan menilai sendiri penyelesaian kepada pencemaran udara

Sila ambil perhatian, setiap sesi pengajaran adalah selama 1 jam 30 minit. Walau bagaimanapun, anda boleh menyesuaikan pelajaran mengikut keperluan masa – contohnya, aktiviti pembuka atau penutup boleh dipendekkan untuk menjadikan setiap sesi hanya satu jam. Anda juga boleh mengajar setiap bahagian secara berasingan jika masa terhad.

Buku panduan ini mengandungi rancangan pengajaran, lembaran kerja, poster dan video. Ia juga mengandungi ringkasan yang menerangkan hubungan kait sesuatu pembelajaran dengan sains pencemaran udara dan teknologi Dyson. Sila pastikan anda telah memahami maklumat ini sebelum memulakan pengajaran.

Video dan poster boleh didapati di laman web kami:
www.jamesdysonfoundation.co.uk

ISI KANDUNGAN

Bahagian 01: Memahami	06
Memahami pencemaran udara	07
Kajian kes: Kajian Sensor Boleh Pakai Breathe London	13
Bab 01: Pencemaran udara dan punca-puncanya	15
Bab 02A: Memantau kualiti udara	19
Bab 02B: Memantau kualiti udara	22
Bab 02C: Memantau kualiti udara	26
Bahagian 02: Penerokaan	30
Analisis produk: Kipas pembersih udara Pure Cool™ Dyson	31
Bab 03: Memerangkap pencemaran udara	36
Bahagian 03: Penyelesaian	39
Penyelesaian kejuruteraan bagi pencemaran udara	40
Bab 04: Reka bentuk penyelesaian pencemaran udara	44
Bab 05: Mencipta penyelesaian bagi pencemaran udara	47
Lembaran kerja	49
Lembaran kerja 01: Bahan pencemar udara dan punca-puncanya	49
Lembaran kerja 02: Kualiti udara di sekitar sekolah	50
Lembaran kerja 03: Membina peranti pemantau kualiti udara	53
Lembaran kerja 04: Pengumpulan data	54
Lembaran kerja 05: Analisis data	55
Lembaran kerja 06: Reka bentuk penapis	58
Lembaran kerja 07: Eksperimen karbon teraktif	61
Lembaran kerja 08: Menggunakan pemantau kualiti udara	63
Lembaran kerja 09: Pengumpulan data	64
Lembaran kerja 10: Analisis data	65
Lembaran tambahan	69
Bab 01: Lembaran tambahan	70
Bab 02B: Lembaran tambahan	72
Bab 02C: Lembaran tambahan	74
Bab 03: Lembaran tambahan	76

Fikir sebelum cetak

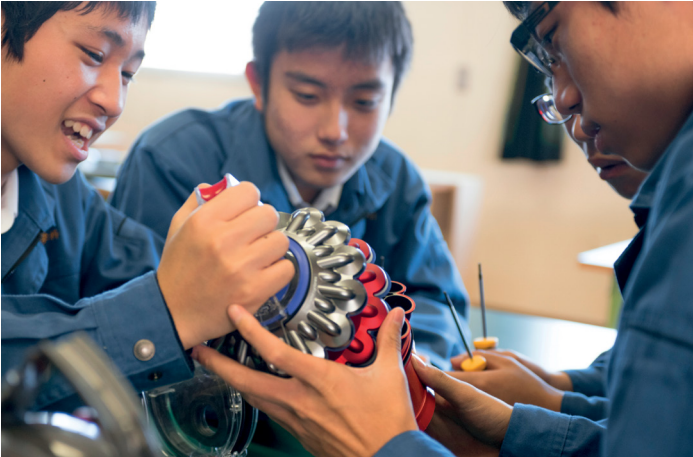
Rancangan pengajaran dan lembaran kerja disediakan pada halaman berasingan seperti yang disenaraikan di atas, jadi anda tidak perlu mencetak keseluruhan dokumen.

The James Dyson Foundation merupakan badan amal berdaftar milik Dyson. Ia telah ditubuhkan pada tahun 2002 dengan misi untuk memberi inspirasi kepada generasi akan datang dalam bidang kejuruteraan melalui sumber pendidikan, bengkel dan pertandingan reka bentuk antarabangsa.

“Jurutera muda memiliki semangat, kesedaran dan kecerdasan untuk menyelesaikan cabaran terbesar dunia. Saya menubuhkan James Dyson Foundation untuk memberi inspirasi kepada generasi akan datang melalui pembelajaran praktikal dan eksperimen sekali gus membantu mereka menghubungkan teori yang dipelajari di kelas dengan masalah serta penyelesaian kejuruteraan yang relevan di dunia sebenar”

James Dyson





BAHAGIAN 01: PEMAHAMAN

Pelajar akan mempelajari apa itu pencemaran udara dan punca-puncanya. Mereka juga akan mengetahui kaedah memantau kualiti udara menggunakan sensor serta mempertimbangkan tindakan lanjut untuk mengurangkan pendedahan terhadap pencemaran udara di persekitaran sekolah dan semasa dalam perjalanan ke sekolah.

MEMAHAMI PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara

Pencemaran udara berlaku akibat pengumpulan zarah halus dan gas di udara yang berasal daripada pelbagai punca-punca semula jadi serta buatan manusia. Ia merupakan salah satu masalah global terbesar pada zaman ini. Sebanyak 91% populasi dunia tinggal di kawasan yang kualiti udaranya melebihi had yang ditetapkan oleh Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO).¹

Pencemaran gas

Udara di sekeliling kita kebanyakannya terdiri daripada gas. Udara mengandungi 78% nitrogen, 21% oksigen manakala selebihnya terdiri daripada argon, karbon dioksida serta sebahagian gas lain dan kesemuanya disedut ke dalam paru-paru kita ketika bernafas. Oksigen sangat penting untuk kehidupan namun kewujudan gas pencemar lain boleh membahayakan kesihatan.

Pencemaran zarah halus

Udara juga mengandungi zarah-zarah kecil dan kita menyedut jutaan daripadanya setiap hari. Zarah ialah bahagian kecil sesuatu jirim dan diukur dalam unit mikron (μm), iaitu satu juta bahagian daripada satu meter. Saiz, bentuk dan komposisi zarah ini berbeza-beza. Jirim zarah atau zarah halus (particulate matter, PM) adalah sejenis pencemaran udara yang terdiri daripada campuran zarah pepejal dan cecair yang terapung di udara.



Pencemaran udara semasa dalam perjalanan ke sekolah
Nigeria

¹Pencemaran udara, Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO), <https://www.who.int/airpollution/ambient/en/>
Image: Pius Utomi Ekpei/AFP via Getty

PUNCA PENCEMARAN UDARA: PUNCA-PUNCA SEMULA JADI

Cuaca

Suhu, hujan, dan angin mempengaruhi pencemaran udara. Contohnya, keadaan basah dan berangin dapat mengurangkan pencemaran udara di sesetengah tempat dengan membersihkannya dari udara atau mengalihkannya ke tempat lain. Sebaliknya, keadaan kering dan pegun menyebabkan aliran udara yang terbatas lalu memerangkap pencemaran udara. Ini bermakna pencemaran udara boleh terkumpul di kawasan yang dikelilingi daratan seperti bandar di kawasan pergunungan.

Ribut debu gurun

Debu gurun berasal daripada permukaan kawasan kering dan separa kering di seluruh dunia seperti Gurun Sahara, Australia Timur dan Gurun Gobi. Angin kencang menyebabkan zarah debu terangkat dari permukaan tanah ke udara lalu menghasilkan ribut debu. Angin boleh membawa ribut debu ini ribuan kilometer jauhnya dan boleh bercampur dengan pencemaran udara yang dihasilkan oleh manusia. Ini bermakna debu gurun ini juga boleh menyebabkan berlakunya pencemaran udara di sebahagian kawasan-kawasan lain yang jauh dari gurun.

Gunung berapi

Letusan gunung berapi membebaskan abu gunung berapi ke udara. Angin boleh membawa abu ini sejauh ribuan kilometer dari gunung berapi itu sendiri. Sebagai contoh, pada tahun 2010, sebuah gunung berapi yang dipanggil Eyjafjallajökull meletus di Iceland. Sekitar 50% daripada abu itu dibawa melintasi Eropah dan Atlantik Utara. Trafik udara di kawasan-kawasan ini dihentikan selama beberapa hari selepas letusan tersebut berlaku.

Kebakaran hutan

Kebakaran hutan berlaku di seluruh dunia dan menyumbang kepada pencemaran asap yang serius. Kebakaran ini semakin kerap serta semakin teruk akibat perubahan suhu dan hujan di seluruh dunia yang menyebabkan musim kebakaran lebih panjang dan kawasan yang terbakar menjadi lebih luas. Asap kebakaran hutan terdiri daripada campuran bahan seperti zarah halus (PM), nitrogen dioksida (NO_2), karbon monoksida (CO), ozon (O_3) dan sebatian organik mudah meruap (VOCs) yang terhasil daripada pembakaran pelbagai bahan seperti pokok, daun kering, sampah, dan kebiasaannya berpunca dari rumah-rumah penduduk. Kebakaran hutan sering berlaku di California. Keadaan kering di sana memudahkan kebakaran bermula sama ada berpunca daripada kejadian semula jadi seperti kilat atau daripada aktiviti manusia seperti unggun api. Pergerakan angin pula menyebabkan asap yang terhasil daripada kebakaran ini merebak jauh dan mencemarkan udara di bandar-bandar serta pekan.



Letusan gunung berapi
Eyjafjallajökull Iceland



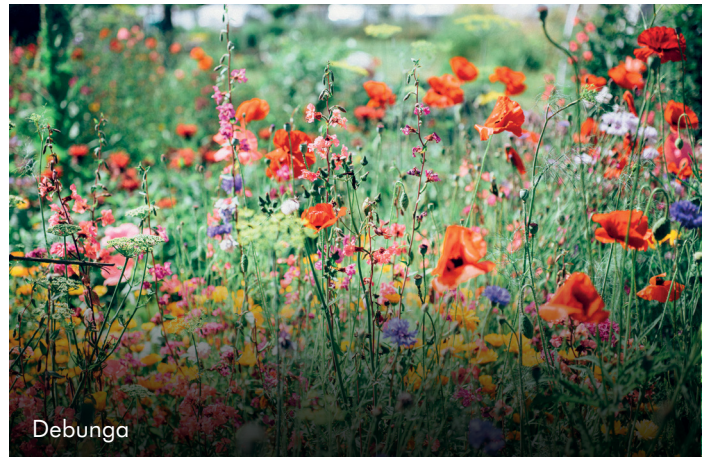
Ribut debu



Kebakaran hutan



Hujan



Debunga



Kebakaran hutan



Angin



Persekitaran yang kering dan pegun



Persekitaran yang sejuk

PUNCA-PUNCA PENCEMARAN UDARA: PUNCA-PUNCA BUATAN MANUSIA



Pencemaran bandar
Shanghai

Pengangkutan

Pengangkutan jalan raya adalah salah satu punca utama pencemaran udara di bandar. Asap ekzos daripada kenderaan bermotor membebaskan gas berbahaya dan zarah jelaga yang dilapisi dengan bahan toksik ke udara. Kenderaan diesel khususnya sangat berbahaya kerana menghasilkan bahan cemar dengan kepekatan yang tinggi. Selain itu, pencemaran udara juga berlaku akibat serpihan kecil logam dan getah yang tertanggal daripada brek dan tayar serta habuk yang terangkat daripada permukaan jalan. Zarah terampai ini kekal terapung di udara akibat pergerakan lalu lintas kenderaan.

Penjanaan tenaga

Sebahagian besar elektrik yang kita gunakan di rumah berasal daripada stesen jana kuasa yang terhasil daripada pembakaran arang batu, minyak, gas dan kayu. Proses-proses ini membebaskan bahan pencemar dalam udara yang berbahaya ke atmosfera.

Proses perindustrian

Proses perindustrian seperti pembuatan simen, besi, keluli, kaca dan kertas menyumbang kepada pencemaran udara. Kawasan yang banyak kawasan perindustrian dan kilang cenderung memiliki tahap pencemaran udara yang tinggi.

Urbanisasi

Kawasan bandar, terutamanya bandar besar, mempunyai tahap pencemaran udara yang lebih tinggi berbanding kebanyakan kawasan luar bandar disebabkan oleh kepadatan bilangan penduduk, pengangkutan dan industri yang tinggi. Sebagai contoh, bandar raya mega seperti Tokyo, Shanghai dan Delhi menghadapi masalah pencemaran udara yang serius. Pencemaran di kawasan yang berkepadatan tinggi ini sering kelihatan diselubungi jerebu kelabu yang terampai di udara bandar-bandar tersebut. Kawasan luar bandar pula biasanya lebih terbuka dan berangin, menjadikan pencemaran udara lebih mudah terselerak seterusnya menghasilkan kualiti udara yang lebih baik.

Produk isi rumah

Kajian menunjukkan bahawa kualiti udara di dalam rumah boleh menjadi lebih teruk berbanding kualiti udara di luar rumah.² Bahan pencemar udara boleh terhasil daripada barangan rumah seperti bahan binaan, produk pencuci, perabot, haiwan peliharaan, lilin, tumbuhan dan aerosol. Ia juga terhasil daripada pelbagai aktiviti seperti pemanasan dan memasak. Udara luar yang tercemar merebak ke dalam rumah melalui pengudaraan, pintu dan tingkap lalu terperangkap di dalamnya.

²Hulin et al, Kesihatan Pernafasan dan Bahan Pencemar Udara dalam Rumah Berdasarkan Penilaian Pendedahan Kuantitatif, *European Respiratory Journal*, Okt 2012.



Penjanaan tenaga



Kegiatan perindustrian



Asap ekzos



Urbanisasi



Penggunaan baja tidak organik



Pembakaran lilin



Asap masakan



Produk pencuci dan aerosol

IMPAK PENCEMARAN UDARA DAN MENGAPA IA SUKAR DIATASI

Kesihatan

Pencemaran udara boleh memberi kesan pada kesihatan kita dalam pelbagai kaedah seperti iritasi pada hidung, mata, atau tekak, menyebabkan batuk, sesak dada, kesukaran bernafas, penurunan fungsi paru-paru atau serangan asma. Sesetengah individu lebih berisiko terkesan dengan pencemaran udara berbanding yang lain.

Alam sekitar

Pencemaran udara juga boleh memberi kesan buruk kepada alam sekitar seperti fenomena hujan asid, penurunan kesuburan tanah, kerosakan hutan dan tanaman, pengurangan jarak penglihatan, kerosakan bangunan serta perubahan iklim.

Pencemaran udara merupakan masalah yang sukar diatasi kerana pelbagai sebab:

La adalah masalah yang hampir tidak terlihat kerana kebanyakan pencemaran udara terdiri daripada zarah-zarah halus yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar.

Gaya hidup kita hari ini banyak bergantung pada aktiviti yang menyumbang kepada pencemaran udara seperti memandu kereta dan menggunakan bahan api fosil untuk memanaskan rumah.

Pencemaran udara merupakan masalah global yang rumit dengan pelbagai punca, yang berbeza dari segi skala dan tahap keseriusannya di seluruh dunia.

Namun begitu, jurutera memiliki kemahiran dan ilmu untuk mula menangani masalah tersebut.



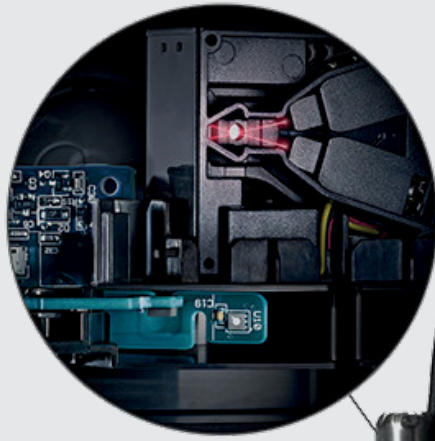
Pencemaran udara di Beijing
China

KAJIAN KES: KAJIAN THE BREATHE LONDON WEARABLE

Sejak 2009, Dyson telah membangunkan mesin yang menggunakan teknologi pengesanan kualiti udara. Peranti ini mengukur tahap kualiti udara lalu menjadikan pencemaran udara yang tidak kelihatan dapat dilihat melalui data. Jurutera Dyson menggunakan ilmu mereka dalam teknologi ini untuk membangunkan sensor kualiti udara yang boleh dipakai. Sensor ini digunakan dalam Kajian The Breathe London Wearable untuk memantau kualiti udara yang kanak-kanak perlu hadapi semasa dalam perjalanan pergi dan balik dari sekolah. Seramai 250 pelajar dari lima sekolah rendah di London mengambil bahagian dalam kajian ini. Setiap pelajar membawa beg galas yang mengandungi sensor boleh dipakai dan GPS. Sensor ini mengukur tahap pendedahan zarah halus dan NO₂ oleh para pelajar semasa dalam perjalanan pergi dan balik dari sekolah selama seminggu. Algoritma kemudian akan memproses maklumat yang dikumpul oleh sensor. Berdasarkan data ini, penyelidik di King's College London memetakan kawasan dengan kualiti udara yang baik dan buruk.

Pemantauan kualiti udara dengan kaedah ini membantu meningkatkan kesedaran mengenai pencemaran udara yang kita hadapi setiap hari dan boleh mendorong perubahan tingkah laku positif untuk mengurangkan pendedahan. Sebagai contoh, para pelajar dalam kajian ini mula memilih untuk berjalan di jalan-jalan kecil yang kurang sibuk berbanding jalan utama bagi menghindari tahap pencemaran yang tinggi daripada asap ekzos kenderaan.

Ketahui lebih lanjut tentang Breathe London Project di www.breathelondon.org



Beg galas yang mengandung sensor
Breathe London



Pelajar yang terlibat dalam Kajian
The Breathe London Wearables

BAB 01

PENCEMARAN UDARA

DAN PUNCA-PUNCANYA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Objektif pembelajaran

1. Kenali punca-punca pencemaran udara semula jadi dan buatan manusia.
2. Memahami bahawa udara di dalam rumah mungkin lebih tercemar berbanding di luar rumah.
3. Memahami bahawa pencemaran udara terdiri daripada zarah pelbagai saiz.
4. Memahami bahawa pencemaran udara terdiri daripada zarah halus dan gas berbahaya.
5. Pertimbangkan kesan pencemaran udara terhadap kesihatan dan alam sekitar.
6. Fikirkan cabaran dalam menangani masalah pencemaran udara.

Hasil aktiviti

Aktiviti kelas tentang punca-punca pencemaran udara semula jadi dan buatan manusia

Aktiviti tentang pelbagai jenis dan saiz zarah – pilih antara dua aktiviti bergantung pada sumber yang ada

Selesaikan **Lembaran kerja 01: Bahan pencemar udara dan punca-puncanya**

Pertimbangan kesan pencemaran udara terhadap kesihatan dan alam sekitar

Perbincangan dalam kelas tentang kesan pencemaran udara dan cabaran dalam menanganinya

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas

Papan putih

Poster: Punca-punca pencemaran udara

Poster: Pencemaran udara di sebalik kanta

Poster: Saiz pencemaran udara

Lembaran kerja 01: Bahan pencemar udara dan punca-puncanya

Bab 01: Halaman sumber untuk guru

[Untuk pilihan 01] Pita pelekat

[Untuk pilihan 01] Mikroskop

[Untuk pilihan 01] Slaid kaca untuk mikroskop

Pengenalan: 15 minit

Pengenalan kepada pencemaran udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Bahagian ini menjelaskan pembelajaran tentang pencemaran udara. Di dalam kelas, bincangkan mengapa udara penting untuk kehidupan manusia. Tanya para pelajar apa yang mereka faham tentang pencemaran udara. Catatkan isi utama di papan putih. Terangkan bahawa pencemaran udara mengandungi zarah dan gas yang boleh membahayakan kesihatan apabila dihidu.

Utama: 1 jam

Memahami punca-punca dan jenis pencemaran udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1, 2	Bahagikan kelas kepada dua kumpulan. Minta kumpulan pertama untuk senaraikan sebanyak mungkin punca pencemaran udara yang mereka ketahui. Minta kumpulan kedua untuk tuliskan punca-punca pencemaran udara buatan manusia sebanyak mungkin. Kemudian, kumpulkan semula kelas dan minta setiap kumpulan untuk kongsi idea mereka. Tayangkan Poster: Punca-punca Pencemaran Udara dan bincangkan sebarang punca tambahan yang belum disebut. Tanya pelajar, adakah mana-mana punca pencemaran udara yang mengejutkan mereka? Jelaskan bahawa kualiti udara di dalam bangunan boleh menjadi lebih buruk berbanding di luar. Tanya kelas, mengapa mereka fikir perkara ini boleh berlaku?
3	Terangkan kepada pelajar bahawa mereka akan mengkaji dengan lebih dekat apa yang menghasilkan pencemaran udara. Terdapat dua pilihan untuk aktiviti seterusnya, bergantung pada peralatan yang ada. Pilihan 01: Bahagikan pelajar secara berpasangan dan berikan satu mikroskop dengan dua slaid kaca kepada setiap pasangan. Berikan sekeping pita pelekat kecil, kira-kira 8 cm panjang kepada setiap pelajar. Mereka akan menggunakan pita pelekat untuk mengumpul sampel zarah dengan menekapkannya pada pakaian, meja, tumbuhan atau rak berhabuk. Setelah sampel dikumpulkan, minta pelajar untuk menampal pita pelekat tersebut ke bahagian bawah slaid kaca mereka. Para pelajar akan menggunakan mikroskop untuk memerhati sampel mereka secara berpasangan. Minta pelajar untuk menerangkan jenis dan saiz zarah yang mereka lihat. Pilihan 02: Tayangkan Poster: Pencemaran udara di sebalik kanta. Terangkan bahawa poster tersebut menunjukkan imej pencemar udara di bawah mikroskop. Minta pelajar menerangkan jenis dan saiz zarah yang mereka lihat. Pelajar harus mencatat perbezaan saiz zarah yang diperhatikan.
4	Tayangkan Poster: Saiz pencemaran udara. Terangkan bahawa zarah diukur dalam mikron (μm), iaitu satu per sejuta meter. Bahagikan kelas secara berpasangan. Berikan Lembaran kerja 01: Bahan pencemar udara dan punca-puncanya kepada setiap pasangan. Minta mereka menggunting semua kotak pada lembaran kerja. Pelajar perlu memadamkan setiap pencemar udara dengan penerangan dan punca-punca yang sesuai, susun dalam barisan bertiga. Setelah semua pelajar selesai, bincangkan jawapan yang betul berdasarkan Bab 01: Halaman sumber untuk guru serta punca bagi setiap bahan pencemar udara. Aktiviti lanjutan: Selepas semua pelajar berjaya memadamkan pencemar udara dengan betul, mereka boleh menampal kotak-kotak tersebut dalam susunan yang tepat untuk membentuk poster mengenai pelbagai jenis pencemaran udara.

Penutup: 15 minit

Memahami kesukaran menangani pencemaran udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
5	Minta pelajar untuk bekerja secara berpasangan dan senaraikan kesan pencemaran udara terhadap Kesihatan dan alam sekitar. Tulis idea mereka di papan putih, kemudian bincangkan dan berikan maklum balas kepada kelas.
6	Minta pelajar memikirkan beberapa cabaran dalam menangani masalah pencemaran udara. Mereka perlu mengenal pasti perkara berikut: – Sifat sukar dilihat – Gaya hidup moden – Ramai daripada kita bergantung pada kenderaan, tenaga, dan aktiviti harian yang menyumbang kepada pencemaran udara. – Skala masalah tersebut Terangkan bahawa dalam bab seterusnya, pelajar akan meneroka kaedah mengatasi cabaran ini.

BAB 02

MEMANTAU KUALITI UDARA

Ada tiga pilihan untuk Bab 02:

Bab 02A – pelajar akan mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di kawasan sekolah, menganalisis data pencemaran udara dari sekolah dan meneroka kaedah untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara semasa dalam perjalanan ke sekolah. Bab ini tidak memerlukan peralatan tambahan.

Bab 02B – bab ini memerlukan peralatan elektronik seperti yang dinyatakan dalam rancangan pengajaran. Pelajar akan meneroka punca-punca pencemaran udara di kawasan sekolah dan membina alat pemantauan kualiti udara untuk mengukur tahap pencemaran di sekitar kawasan sekolah*. Kemudian, mereka akan mengumpul serta menganalisis data bagi mengenal pasti kaedah untuk mengurangkan pencemaran udara dan meminimumkan risiko terdedah kepada pencemaran udara.

Bab 02C – bab ini menggunakan alat pemantauan kualiti udara seperti yang dinyatakan dalam rancangan pengajaran. Pelajar akan menggunakan alat ini untuk mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di kawasan sekolah*. Mereka kemudian akan mengumpul dan menganalisis data bagi menentukan kaedah mengurangkan pencemaran udara serta mengurangkan risiko terdedah kepada pencemaran tersebut

*Semua peralatan yang diperlukan untuk pelajaran ini boleh dibeli daripada pembekal peralatan elektronik tempatan. Harap maklum bahawa James Dyson Foundation tidak mempunyai sebarang hubungan dengan pembekal tersebut dan tidak bertanggungjawab terhadap sebarang peralatan yang dibeli.

BAB 02A

MEMANTAU KUALITI UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Objektif pembelajaran

1. Memahami bahawa kualiti udara boleh dipantau menggunakan sensor pencemaran udara.
2. Analisis data berkenaan pencemaran udara.
3. Mengkaji punca-punca pencemaran udara di persekitaran sekolah.
4. Mengkaji pendedahan kepada pencemaran udara semasa dalam perjalanan ke sekolah.
5. Mencari kaedah untuk mengurangkan pencemaran udara dan pendedahannya di sekolah serta semasa dalam perjalanan ke sekolah.

Hasil aktiviti

Mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di persekitaran sekolah.

Selesaikan Lembaran kerja 02: Kualiti udara di sekitar sekolah

Memetakan perjalanan ke sekolah dengan mengambil kira pendedahan kepada pencemaran udara.

Meneroka kaedah untuk mengurangkan pendedahan terhadap pencemaran udara di sekolah dan semasa dalam perjalanan ke sekolah.

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas

Papan putih

Lembaran kerja 02: Kualiti udara di sekitar sekolah

[Pilihan] Komputer untuk mencari maklumat

Pengenalan: 15 minit

Menjelaskan perkara tersembunyi melalui pemerhatian

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Terangkan bahawa pencemaran udara tidak kelihatan, menjadikannya sukar untuk kita sedar apabila kita terdedah kepadanya. Bincangkan perkara berikut di dalam kelas: – Apa yang boleh dilakukan dengan alat pemantauan kualiti udara? – Mengapa alat ini sangat penting? Pelajar perlu memahami bahawa peranti pemantauan kualiti udara berfungsi untuk mengumpul data tentang pencemaran udara dan menjadikan masalah yang tidak kelihatan lebih jelas. Dengan “memerhati” pencemaran udara melalui data yang dikumpul, kita boleh mengambil tindakan untuk mengatasinya.

Utama: 1 jam

Memantau kualiti udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Jelaskan kepada pelajar bahawa mereka akan menganalisis data tentang kualiti udara yang dikumpulkan dari sebuah sekolah. Terangkan bahawa jurutera Dyson menggunakan alat pemantauan kualiti udara untuk mengukur kandungan pencemaran udara di enam lokasi dalam sebuah sekolah. Tuliskan lokasi berikut di papan putih: – Bilik darjah – Kantin – Padang sukan – Pintu masuk sekolah (berhampiran jalan raya) – Tempat letak kereta – Makmal Sains / Reka Bentuk & Teknologi (D&T) Pelajar diminta untuk mengelaskan lokasi-lokasi tersebut dengan meramalkan kualiti udara, bermula dari tempat yang mempunyai kualiti udara terbaik hingga ke tempat yang mempunyai kualiti udara paling teruk.
2	Bekalkan Lembaran kerja 02: Kualiti udara di sekitar sekolah. Minta pelajar melengkapkan lembaran kerja menggunakan data pencemaran udara yang diberikan. Minta pelajar untuk kongsi lokasi yang memiliki tahap pencemaran tertinggi dan terendah. Bandingkan dapatan mereka dengan senarai lokasi yang mereka susun pada permulaan pelajaran. Adakah hasilnya berbeza daripada jangkaan? Adakah pelajar terkejut dengan perbezaannya?
3	Berdasarkan apa yang mereka pelajari dalam Bab 01: pencemaran udara dan punca-puncanya serta aktiviti sebelumnya, minta pelajar untuk mengenal pasti kemungkinan punca pencemaran udara di sekolah. Catatkan jawapan mereka di papan putih. Penysoalan lisan berfokus untuk menggalakkan pelajar berfikir tentang: – Habuk – Sebatian organik meruap (VOC) daripada proses memasak – Sisa makanan daripada pembakar roti, penggoreng dan pemanggang – Debunga – Asap kenderaan dari jalan berhampiran – Eksperimen sains yang menggunakan bahan kimia – Bahan dalam kelas seperti kayu dan pelekat – Debu jalan yang berterbangan akibat dilanggar kenderaan – Produk pencuci – Semburan aerosol seperti deodoran

4	Jelaskan bahawa pelajar kini akan fikir tentang pencemaran udara yang mereka hadapi sepanjang perjalanan ke sekolah. Minta pelajar melakar peta perjalanan mereka ke sekolah di atas sehelai kertas. Minta mereka tandakan lokasi di mana mereka mungkin terdedah kepada pencemaran udara. Bincangkan dapatan bersama kelas dan catatkan tiga punca pencemaran paling biasa yang pelajar hadapi dalam perjalanan ke sekolah. Sebagai contoh, asap ekzos kenderaan, debunga dari pokok, atau habuk dari jalan raya. Aktiviti lanjutan: Pelajar boleh menggunakan komputer untuk menyelidik tahap pencemaran udara yang mereka hadapi semasa perjalanan ke sekolah melalui laman web pemantauan kualiti udara seperti breezometer.com atau waqi.info.
---	---

Wrap up: 15 minutes

Taking action

Objektif pembelajaran	Aktiviti
5	Split the class in two. One half will work in pairs to write actions they could take to reduce their exposure to air pollution in the school environment. If required, prompt them to think about: – Parents to stop idling outside school entrance – Planting trees – Opening windows The other half will work in pairs to think about changes to their journey to school that could reduce their exposure to air pollution. If required, prompt them to think about: – Methods of transportation – Choice of route Ask the students to share with the rest of the class and write a list of actions on the board. Explain that small actions can reduce exposure to air pollution.

BAB 02B

MEMANTAU KUALITI UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Dalam pelajaran ini, pelajar akan membina alat pemantauan kualiti udara untuk mengukur tahap pencemaran di sekitar sekolah. Pastikan beberapa komponen utama disediakan sekurang-kurangnya dua hari lebih awal, seperti yang dinyatakan dalam **Bab 02B: Halaman Sumber untuk Guru**. Anda juga boleh menonton **video: Tutorial membina alat pemantauan kualiti udara** sebagai persediaan sebelum kelas.

Jika perlu, pelajaran ini boleh dibahagikan kepada dua sesi bagi memberi lebih masa untuk menyiapkan aktiviti utama.

Objektif pembelajaran

1. Memahami bahawa kualiti udara boleh dipantau menggunakan sensor pencemaran udara.
2. Mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di kawasan sekolah.
3. Membina alat pemantauan kualiti udara.
4. Mengumpul data tentang kualiti udara di kawasan sekolah.
5. Menganalisis data pencemaran udara.
6. Memikirkan kaedah untuk mengurangkan pencemaran udara dan risiko terdedah kepada pencemaran tersebut di kawasan sekolah serta sepanjang perjalanan pelajar ke sekolah.

Hasil aktiviti

Mengenal pasti punca-punca pencemaran udara dalam bangunan di kawasan sekolah

Membina alat pemantauan kualiti udara

Pengumpulan data kualiti udara menggunakan alat pemantauan

Selesaikan Lembaran kerja 04: Pengumpulan data

Selesaikan Lembaran kerja 05: Analisis data

Memikirkan langkah-langkah untuk mengurangkan pencemaran udara dan pendedahannya di kawasan sekolah.

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas

Papan putih

[Persediaan awal] Bab 02B: Halaman sumber untuk guru

[Persediaan awal] Video: Tutorial membina alat pemantauan kualiti udara

Lembaran kerja 03: Membina peranti pemantauan kualiti udara

Punca pencemaran gas: aerosol (deodoran, produk pencuci) dan/atau pen penanda

Punca pencemaran zarah: syampu kering, uncang teh, bedak talkum, habuk

Lembaran kerja 04: Pengumpulan data

Lembaran kerja 05: Analisis data

Komponen untuk membina peranti pemantauan kualiti udara. Jadual pada halaman seterusnya menyenaraikan komponen untuk satu peranti. Kami mengesyorkan satu peranti bagi setiap kumpulan yang terdiri daripada lima pelajar.

Senarai peralatan untuk satu peranti	Kuantiti
Arduino Uno	1
Perisai Asas Grove untuk Arduino Uno	1
Kabel Gesper 4 Pin Universal Grove (20cm)	4
Batang LED Grove RGB (10 lampu)	2
Grove Laser PM2.5 sensor kualiti udara untuk Arduino (HM3301)*	1
Grove VOC dan sensor gas eCO ₂ untuk Arduino (SGP30)**	1
Bateri Lithium Ion 3.7V 2000 mAh	1
Pengecas/Penambah LiPo Rider Plus - 5V/2.4A USB Jenis C	1
Kabel USB jenis A ke C	1
Kabel USB jenis A ke B	1

*Ini ialah sensor zarah. Sensor ini mengesan zarah halus dalam udara dan mampu mengukur pencemaran zarah sekecil 2.5 mikron—sekitar 25 kali lebih nipis daripada sehelai rambut manusia.

**Ini sensor gas. Sensor ini mengukur kepekatan gas pencemar dan sebatian organik meruap (VOC) dalam udara.

Pengenalan: 15 minit

Mendedahkan yang tidak kelihatan

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Jelaskan bahawa pencemaran udara tidak dapat dilihat dengan mata kasar, menjadikannya sukar untuk kita menyedari apabila kita terdedah kepadanya. Bincangkan perkara berikut di dalam kelas: – Bagaimana peranti pemantauan kualiti udara boleh membantu kita? – Mengapa peranti ini penting? Pelajar perlu memahami bagaimana peranti pemantauan kualiti udara berfungsi untuk mengumpul data tentang pencemaran udara yang mana secara tidak langsung membolehkan pemerhatian dibuat terhadap masalah yang tersembunyi. Dengan “memerhati” pencemaran udara melalui data yang dikumpul, kita boleh mengambil tindakan untuk mengatasinya.

Utama: 1 jam 15 minit (bahagian ini boleh dibahagikan kepada beberapa sesi pelajaran jika masa yang ada tidak mencukupi)
Memantau kualiti udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Terangkan kepada pelajar bahawa mereka akan membina peranti pemantauan kualiti udara untuk mengukur kualiti udara di sekitar kawasan sekolah. Berdasarkan apa yang mereka pelajari dalam pelajaran sebelum ini, minta pelajar untuk mengenal pasti kemungkinan punca-punca pencemaran udara di sekolah. Tulis jawapan mereka di papan putih.

2	Bahagikan kelas kepada kumpulan mengikut jumlah peranti yang anda ada dan minta setiap kumpulan menulis enam lokasi di sekitar sekolah (tiga di dalam bangunan dan tiga di luar bangunan) tempat mereka akan mengambil sampel kualiti udara. Contohnya: – Bilik darjah – Kantin – Makmal Sains / Reka Bentuk & Teknologi (D&T) – Padang sukan – Pintu masuk sekolah (berhampiran jalan) – Tempat letak kereta Setiap kumpulan diminta untuk mengelaskan lokasi-lokasi ini mengikut urutan dari tempat yang mereka jangka mempunyai kualiti udara terbaik hingga yang paling teruk.
3	Berikan Lembaran Kerja 03: Membina peranti pemantauan kualiti udara kepada setiap kumpulan. Minta pelajar mengikuti arahan pada lembaran kerja untuk membina peranti pemantauan kualiti udara dalam kumpulan mereka. Aktiviti lanjutan: Bagi pelajar yang telah selesai membina peranti pemantauan kualiti udara lebih awal, atau jika anda mempunyai lebih banyak masa dalam sesi pengajaran, pelajar boleh membina kotak untuk memuatkan peranti mereka agar lebih mesra pengguna.
4	Setelah pelajar menyiapkan peranti mereka, mereka boleh menggunakan punca pencemaran gas dan pencemaran zarah untuk menunjukkan bagaimana sensor bertindak balas terhadap kualiti udara yang tercemar. Jelaskan bahawa semakin banyak lampu LED yang menyala maka semakin tinggi kandungan pencemaran udara di sekelilingnya. Berikan Lembaran kerja 04: Pengumpulan data kepada setiap kumpulan. Bahagikan setiap kumpulan ke lokasi yang telah dipilih secara bergilir-gilir. Minta mereka untuk mencatat jumlah lampu LED yang menyala bagi pencemaran zarah dan gas di setiap lokasi pada lembaran kerja. Nota tambahan: Peranti pemantau kualiti udara memberikan petunjuk mengenai kualiti udara, bukannya ukuran saintifik yang tepat dan boleh dipercayai. Oleh itu, bacaan mungkin berbeza-beza antara setiap peranti.

5	Apabila pelajar kembali ke bilik darjah, berikan mereka Lembaran Kerja 05: Analisis data. Pelajar perlu menyiapkan graf yang menunjukkan taburan data mereka sebelum menjawab soalan. Bincangkan penemuan mereka bersama-sama di dalam kelas dan sebab-sebab yang mungkin menyebabkan bacaan kualiti udara baik atau buruk di sekitar sekolah. Jika hasilnya menunjukkan perubahan yang sedikit, anda juga boleh berbincang mengapa ini mungkin berlaku. Beberapa kemungkinan termasuk: – Persekitaran berangin – Pengudaraan yang baik, seperti tingkap dibuka – Tiada kenderaan yang bergerak atau berhenti – Lokasi di kawasan luar bandar Aktiviti lanjutan: Jika mereka mahu, pelajar boleh menggunakan peranti pemantauan kualiti udara untuk memantau kualiti udara semasa perjalanan pergi dan balik dari sekolah kemudian kongsi hasilnya dengan kelas dalam pelajaran seterusnya. Mereka boleh merekodkan kualiti udara di lokasi berikut: – Tempat letak kereta sekolah – Perhentian bas sekolah – Pintu masuk utama sekolah – Dalam kereta – Berjalan di sepanjang jalan yang sibuk
---	--

Penutup: 10 minit

Mengambil tindakan

Objektif pembelajaran	Aktiviti
6	Bahagikan kelas kepada dua kumpulan. Satu kumpulan akan bekerja secara berpasangan untuk menulis tindakan yang boleh diambil untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara luar di sekolah. Penyoalan lisan berfokus untuk menggalakkan pelajar berfikir tentang: – Ibu bapa mematikan enjin kereta ketika berada di luar pintu masuk sekolah – Menanam pokok Satu kumpulan lagi akan bekerja secara berpasangan dan menulis tindakan yang boleh diambil untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara di dalam bangunan sekolah. Penyoalan lisan berfokus untuk menggalakkan pelajar berfikir tentang: – Menggunakan produk dengan VOC rendah di makmal sains/ semasa pembersihan/kantin – Membuka tingkap Minta pelajar untuk berkongsi dengan kelas dan senaraikan tindakan yang dicadangkan di papan putih.

BAB 02C

MEMANTAU KUALITI UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Dalam bab ini, pelajar akan mengumpul data mengenai kualiti udara di persekitaran sekolah menggunakan peranti pemantauan kualiti udara Temptop LKC1000S+ 2nd. Harap maklum bahawa untuk menjalankan aktiviti ini, anda perlu mendapatkan peranti pemantauan daripada pembekal peralatan elektronik tempatan. Maklumat lanjut boleh didapati dalam **Bab 02C: Lembaran tambahan**.

Jika perlu, pelajaran ini boleh dibahagikan kepada dua sesi untuk memberi lebih masa bagi menyiapkan aktiviti.

Objektif pembelajaran

1. Memahami bahawa kualiti udara boleh dipantau menggunakan sensor pencemaran udara.
2. Mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di persekitaran sekolah.
3. Mengumpul data mengenai kualiti udara di persekitaran sekolah.
4. Menganalisis data mengenai pencemaran udara.
5. Mengenal pasti langkah-langkah untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara di persekitaran sekolah, termasuk semasa perjalanan pelajar ke sekolah.

Hasil aktiviti

Mengenal pasti punca-punca pencemaran udara di dalam dan luar bangunan di persekitaran sekolah.

Pengumpulan data kualiti udara menggunakan peranti pemantauan.

Selesaikan **Lembaran kerja 09: Pengumpulan data**

Selesaikan **Lembaran kerja 10: Analisis data**

Mempertimbangkan langkah-langkah untuk mengurangkan pencemaran udara dan pendedahan kepadanya di persekitaran sekolah.

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas

Papan putih

[Persediaan awal] **Bab 02C: Lembaran tambahan**

Lembaran kerja 08: Menggunakan alat pemantau kualiti udara

Punca pencemaran gas: aerosol (deodoran, produk pencuci) dan/atau pen penanda

Punca pencemaran zarah: syampu kering, beg teh, bedak talkum, debu

Lembaran kerja 09: Pengumpulan data

Lembaran kerja 10: Analisis data

Peranti pemantauan kualiti udara

Arahan mengenai kaedah mengumpul dan mengeksport data boleh didapati dalam **Bab 02C: Lembaran tambahan**. Kami mengesyorkan agar menyediakan satu peranti untuk setiap kumpulan yang terdiri daripada 3-4 pelajar.

Bahan pencemar apa yang dikesan oleh peranti pemantauan kualiti udara:

Zarah halus/jirim zarah (PM_{2.5} atau PM₁₀) ialah pencemaran zarah yang terhasil daripada pembakaran, termasuk daripada kenderaan, loji jana kuasa, pembakaran kayu di rumah, kebakaran hutan, pembakaran pertanian dan beberapa proses industri. PM_{2.5} merujuk pada zarah dengan diameter 2.5 mikrometer atau lebih kecil, manakala PM₁₀ ialah zarah dengan diameter 10 mikrometer atau lebih kecil.

Jumlah sebatian organik meruap (TVOC) ialah gas yang dilepaskan daripada bahan pepejal atau cecair tertentu seperti perabot, peralatan, mainan, api, memasak, dan pembersihan. Apabila terperangkap di dalam sesuatu ruangan, gas-gas ini boleh menjadi lebih berbahaya.

Formaldehid (HCHO) ialah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah larut dalam air dan mempunyai bau yang sangat kuat. Ia sering digunakan dalam produk pembasmi kuman, bahan pengawet serta pelbagai barangan industri dan pengguna seperti karpet, penebat busa dan langsir.

Pengenalan: 15 minit

Mendedahkan yang tidak kelihatan

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Jelaskan bahawa pencemaran udara tidak dapat dilihat dengan mata kasar, menjadikannya sukar untuk kita menyedari apabila kita terdedah kepadanya. Bincangkan perkara berikut di dalam kelas: – Bagaimana peranti pemantauan kualiti udara boleh membantu kita? – Mengapa peranti ini penting? Pelajar perlu memahami bahawa peranti pemantauan kualiti udara berfungsi untuk mengumpul data tentang pencemaran udara dan menjadikan masalah yang tidak kelihatan lebih jelas. Dengan “memerhati” pencemaran udara melalui data yang dikumpul, kita boleh mengambil tindakan untuk mengatasinya.

Utama: 1 jam 15 minit (bahagian ini boleh dibahagikan kepada beberapa sesi pelajaran)

Memantau kualiti udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Terangkan kepada pelajar bahawa mereka akan membina peranti pemantauan kualiti udara untuk mengukur kualiti udara di sekitar kawasan sekolah. Berdasarkan apa yang mereka pelajari dalam pelajaran sebelum ini, minta pelajar untuk mengenal pasti kemungkinan punca-punca pencemaran udara di sekolah. Tulis jawapan mereka di papan putih. Bahagikan kelas kepada kumpulan mengikut jumlah peranti yang anda ada dan minta setiap kumpulan menulis enam lokasi di sekitar sekolah (tiga di dalam bangunan dan tiga di luar bangunan) tempat mereka akan mengambil sampel kualiti udara. Contohnya: – Bilik darjah – Kantin – Makmal Sains / Reka Bentuk & Teknologi (D&T) – Padang sukan – Pintu masuk sekolah (berhampiran jalan) – Tempat letak kereta Setiap kumpulan diminta untuk mengelaskan lokasi-lokasi tersebut dengan meramalkan kualiti udara, bermula dari tempat yang mempunyai kualiti udara terbaik hingga ke tempat yang mempunyai kualiti udara paling teruk.
3	Berikan Lembaran kerja 08: Menggunakan pemantau kualiti udara kepada setiap Kumpulan. Pelajar diminta untuk bekerja dalam kumpulan dan mengikuti arahan pada lembaran kerja untuk memahami bagaimana alat pemantau kualiti udara berfungsi.

4	Setelah pelajar menghidupkan peranti mereka dan memahami cara ia berfungsi, mereka boleh menggunakan punca pencemaran gas dan pencemaran zarah untuk menunjukkan bagaimana sensor bertindak balas terhadap kualiti udara yang buruk. Terangkan bahawa semakin tinggi bacaan maka semakin tinggi kandungan pencemaran udara di dalam udara. Berikan Lembaran kerja 09: Pengumpulan data kepada setiap kumpulan. Hantar setiap kumpulan ke lokasi yang dipilih mengikut giliran. Minta mereka untuk merekodkan bacaan bagi pencemaran zarah (PM2.5 dan PM10) dan pencemaran gas (TVOC) di setiap lokasi pada lembaran kerja. Nota tambahan: Adalah perkara biasa bagi peranti menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada pengesanan apabila dihidupkan buat pertama kali atau selepas tidak digunakan dalam jangka masa yang lama. Letakkannya di tempat yang mempunyai pengudaraan yang baik untuk mempercepatkan pemulihan data apabila digunakan buat pertama kali. Hasilnya, bacaan mungkin berbeza antara peranti.
5	Sebaik sahaja pelajar kembali ke dalam kelas, berikan mereka Lembaran Kerja 10: Analisis Data. Pelajar perlu melakarkan graf berdasarkan hasil yang diperoleh sebelum menjawab soalan. Bincangkan di dengan kelas tentang dapatan mereka serta faktor yang mungkin mempengaruhi bacaan kualiti udara di sekitar sekolah. Jika perubahan bacaan tidak ketara, bincangkan juga kemungkinan sebabnya, seperti – Persekitaran yang berangin – Pengudaraan yang baik, contohnya tingkap yang terbuka – Ketidadaan kenderaan yang bergerak atau berhenti dengan enjin hidup – Lokasi yang jauh dari kawasan bandar Lanjutan: Jika sesuai, pelajar boleh menggunakan peranti pemantauan kualiti udara untuk mengukur tahap pencemaran udara semasa dalam perjalanan pergi dan balik sekolah. Mereka boleh berkongsi hasil pemerhatian dengan kelas dalam sesi seterusnya. Beberapa lokasi yang boleh diukur termasuk: – Tempat letak kereta sekolah – Perhentian bas sekolah – Pintu masuk sekolah – Di dalam kereta – Berjalan di sepanjang jalan yang sibuk

Penutup: 10 minit

Mengambil tindakan

Objektif pembelajaran	Aktiviti
6	Bahagikan kelas kepada dua kumpulan. Satu kumpulan akan bekerja secara berpasangan untuk menulis tindakan yang boleh diambil untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara luar di sekolah. Jika perlu, galakkan mereka untuk fikir tentang: – Ibu bapa mematikan enjin kereta ketika berada di luar pintumasuk sekolah – Menanam pokok Satu kumpulan lagi akan bekerja secara berpasangan dan menulis tindakan yang boleh diambil untuk mengurangkan pendedahan kepada pencemaran udara di dalam bangunan sekolah. Jika perlu, galakkan mereka untuk fikir tentang: – Menggunakan produk dengan VOC rendah di makmal sains/ semasapembersihan/kantin – Membuka tingkap Minta pelajar untuk berkongsi dengan kelas dan senaraikan tindakan yang dicadangkan di papan putih.

BAHAGIAN 02: PENEROKAAN

Pelajar akan mempelajari bagaimana jurutera Dyson mencipta kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ untuk mengatasi masalah pencemaran udara di dalam rumah. Mereka juga akan memahami bagaimana alat ini mengesan dan menapis pencemaran udara, dengan fokus pada fungsi penapisan.

ANALISIS PRODUK:: KIPAS PEMBERSIH UDARA DYSON PURE COOL™

Jurutera Dyson membangunkan kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ untuk mengatasi masalah pencemaran udara di dalam rumah. Semasa membangunkan mesin ini, jurutera Dyson mengenal pasti tiga fungsi utama yang perlu ada pada kipas pembersih udara:

1. Memantau kualiti udara
2. Memerangkap pencemaran udara
3. Menyalurkan udara bersih

Memantau kualiti udara

Kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ mengesan pencemaran udara menggunakan sensor zarah dan gas secara automatik. Data yang dikumpulkan daripada sensor ini digunakan untuk mengaktifkan mesin dan mengekalkan tahap pencemaran udara di dalam rumah pada kadar yang rendah.

Sensor zarah

Sensor zarah menyedut udara ke dalam ruang kecil dan menggunakan laser untuk mengesan kepekatan zarah halus dalam udara. Ia mampu mengesan zarah sekecil PM0.3.

Sensor gas

Sensor gas mengesan Sebatian Organik Meruap (VOC) dan gas seperti NO₂ yang terdapat dalam udara.



Sensor kualiti udara dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™

ANALISIS PRODUK:: MENGHANTAR MAKLUMAT KUALITI UDARA

Maklumat daripada sensor dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ juga dipaparkan pada skrin LCD pembersih udara dan aplikasi Dyson Link. Ia boleh dimuat turun dalam telefon pintar. Skrin dan aplikasi ini membolehkan pengguna memantau kualiti udara dalaman dengan memaparkan jenis dan kandungan pencemaran udara yang ada. Aplikasi ini juga membolehkan pengguna menetapkan jadual untuk menghidupkan atau mematikan pembersih udara serta memantau jangka hayat penapisnya.



Aplikasi Dyson Link

ANALISIS PRODUK: MEMERANGKAP BAHAN PENCEMAR

Penapis kaca Perangkap Zarah Kecekapan Tinggi (Glass High Efficiency Zarah Arrestance, HEPA)

Penapis HEPA ialah penapis zarah yang menapis jirim pepejal seperti debunga, asap atau habuk. Penapis ini mengandungi 9m² gentian mikro kaca borosilikat yang mampu memerangkap 99.95% zarah sekecil PM0.1 melalui tiga mekanisme utama: hentaman, pintasan dan penyebaran. Konsep ini digambarkan dalam Poster: Pergerakan pencemaran udara.

Pintasan terus

Apabila pembersih udara dihidupkan, udara disedut ke dalam mesin dan melalui penapis dengan bantuan impeler. Oleh sebab udara tidak boleh menembusi gentian padat penapis, maka ia bergerak di sepanjang gentian tersebut. Jika zarah-zarah dalam aliran udara berada cukup dekat, ia akan terperangkap di dalam penapis.

Hentaman inersia

Zarah yang lebih berat sukar untuk berubah arah terutama ketika bergerak laju (seperti peluru meriam yang ditembak ke udara). Aliran udara tidak cukup kuat untuk mengalihkannya agar mengelak mikrofiber, jadi zarah ini terus bergerak lurus, menghentam mikrofiber dan akhirnya terperangkap.

Penyebaran Brownian

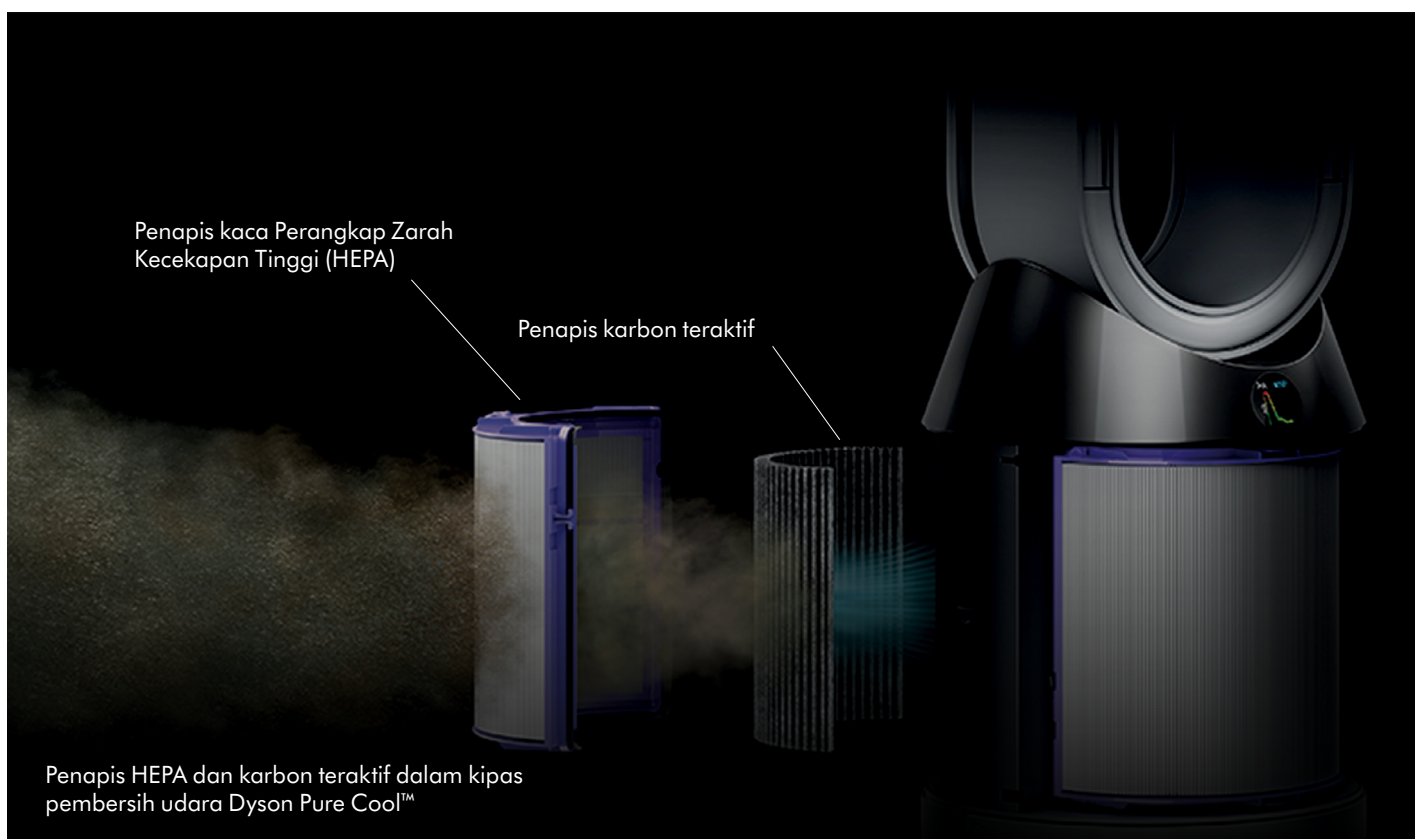
Zarah lebih kecil bergerak dengan sangat pantas dan sering bertembung antara satu sama lain lalu menyebabkan pergerakannya menjadi rawak dan tidak menentu. Akibatnya, zarah ini akhirnya akan terkena mikrofiliamen dalam penapis dan terperangkap. Fenomena ini dikenali sebagai pergerakan Brownian.

Penapis karbon teraktif

Penapis HEPA menapis zarah halus tetapi VOC seperti formaldehid, benzena dan NO₂ boleh melepasi penapis ini. Pembersih udara ini dilengkapi dengan penapis karbon teraktif di dalam penapis HEPA untuk memerangkap gas berbahaya ini.

Karbon teraktif mengandungi rangkaian liang-liang mikroskopik yang sangat halus. Ini bermakna ia mempunyai nisbah luas permukaan kepada isi padu yang sangat tinggi. VOC yang melaluinya akan terperangkap dalam liang-liang karbon.

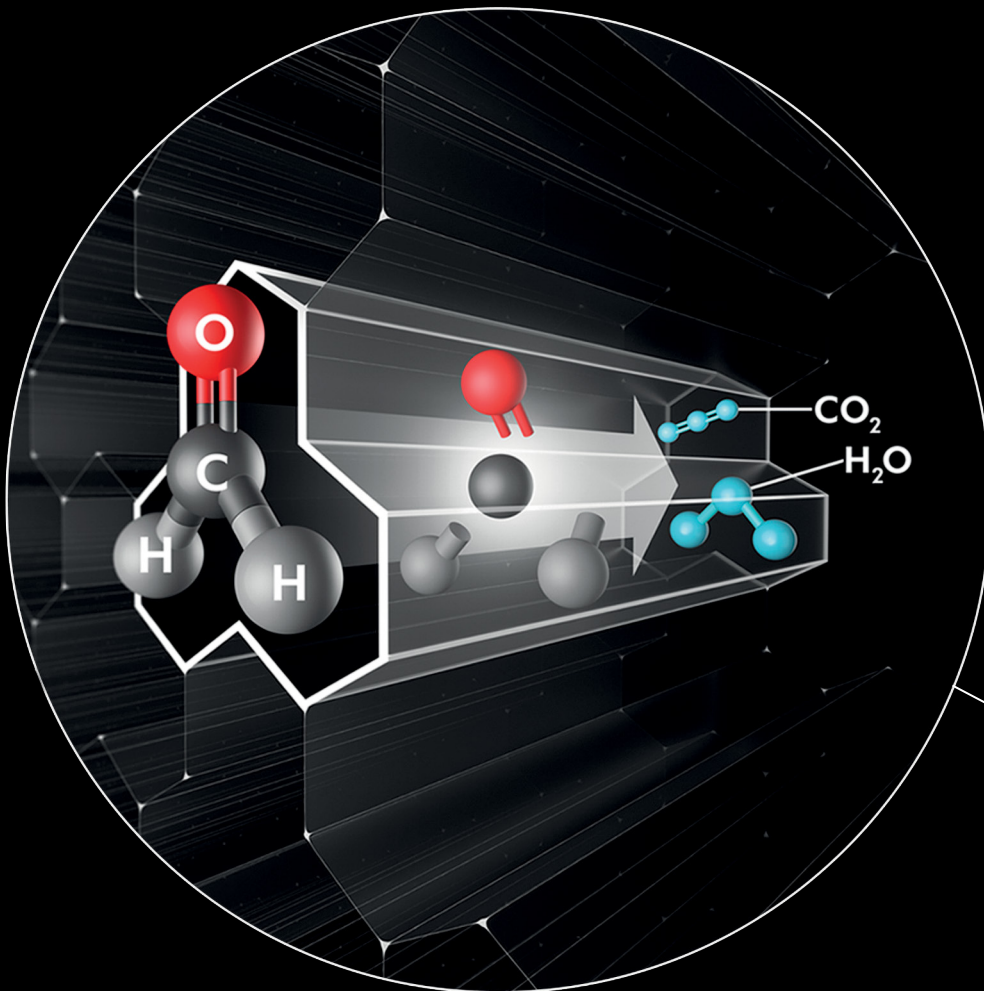
Satu gram karbon teraktif mempunyai rangkaian liang dalam dengan luas permukaan 1,000m² – bersamaan dengan empat gelanggang tenis. Penapis karbon teraktif dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ mempunyai luas permukaan yang setara dengan 40 padang bola sepak.



Teknologi Dyson Cryptomic™

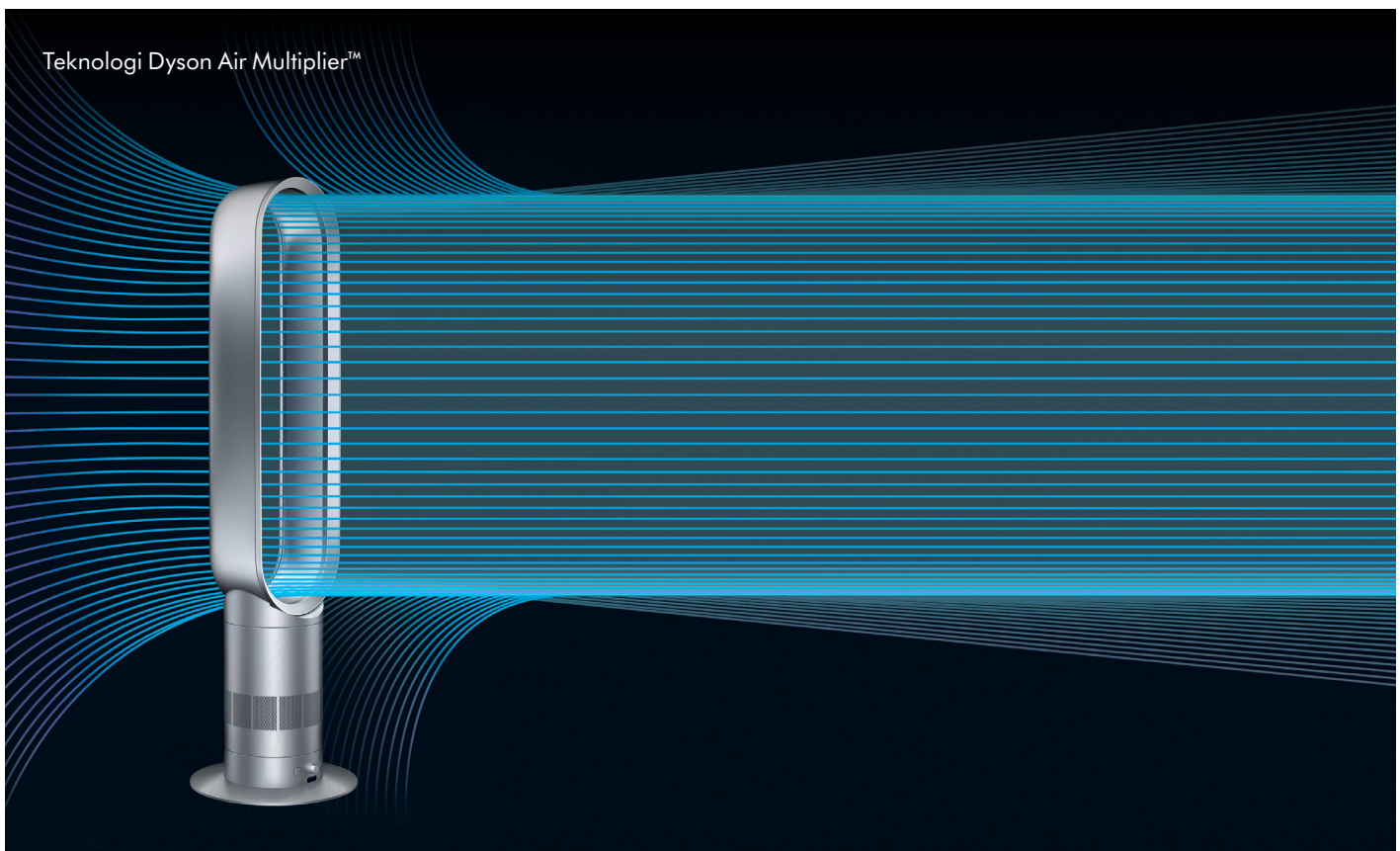
Kedua-dua penapis HEPA dan karbon teraktif mempunyai jangka hayat tertentu. Lama-kelamaan, kedua-duanya akan tepu dengan zarah bahan pencemar dan gas, lalu perlu diganti. Bagi penapis HEPA, ini biasanya berlaku selepas kira-kira enam bulan penggunaan (ketika kipas pembersih udara dihidupkan). Sementara itu, penapis karbon teraktif biasanya perlu diganti dalam tempoh enam hingga 12 bulan. Walaupun penapis boleh diganti, jurutera Dyson mahukan penyelesaian yang lebih tahan lama. Mereka membangunkan teknologi Dyson Cryptomic™, sebuah penapis yang menggunakan pemangkin khas dikenali sebagai Kriptomelan.

Kriptomelan bertindak balas dengan formaldehid, memecahkannya kepada molekul kecil air dan CO_2 . Berbeza dengan penapis HEPA dan karbon teraktif, kriptomelan tidak akan 'habis' digunakan. Malah, ia akan terus berfungsi sebagai pemangkin selama-lamanya lalu menjadikan penapis Cryptomic tidak perlu diganti. Namun begitu, penapis ini mempunyai keterbatasan kerana ia hanya mampu menyingkirkan formaldehid daripada udara.



ANALISIS PRODUK: TEKNOLOGI DYSON AIR MULTIPLIER™

Setelah jurutera Dyson menemui kaedah untuk menyingkirkan bahan cemar dari udara, mereka perlu mencari cara untuk mengagihkan semula udara bersih ke seluruh bilik. Mereka menyedari bahawa teknologi yang telah mereka bangunkan sebelum ini boleh membantu: teknologi Dyson Air Multiplier™. Kipas meja Dyson mampu menyalurkan sehingga 370 liter udara setiap saat—bersamaan dengan 1,121 tin minuman soda. Jurutera Dyson menggunakan teknologi ini dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ bagi mengagihkan udara bersih dengan lebih cekap ke seluruh ruang.



BAB 03

MEMERANGKAP PENCEMARAN UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Objektif pembelajaran

1. Memahami keputusan reka bentuk yang dibuat oleh juruterasemasa membangunkan kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™.
2. Mempelajari pelbagai mekanisme penapisan zarah, termasukpintasan langsung, hentaman inersia, dan penyebaranBrownian.
3. Memahami bagaimana luas permukaan mempengaruhi prestasi penapis.
4. Menunjukkan cara penapis karbon teraktif berfungsi.
5. Memahami kepentingan proses reka bentuk berulang.

Hasil aktiviti

Perbincangan tentang kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™

Selesaikan Lembaran kerja 06: Reka bentuk penapis

[Pilihan] Selesaikan Lembaran kerja 07: Eksperimen karbon teraktif

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas

Video: Kotak asap

Video: Teknologi pembersihan udara Dyson – cara ia berfungsi

Video: Eksperimen karbon teraktif

[Pilihan] Video: Teknologi Dyson Cryptomic™

Poster: Penapisan pencemaran udara

Poster: Pergerakan pencemaran udara

Bab 03: Halaman sumber untuk guru

Lembaran kerja 06: Reka bentuk penapis

– Kertas A4

– Pembaris

– Kalkulator

[Pilihan] Lembaran kerja 07: Eksperimen karbon teraktif

Berikut ialah peralatan yang diperlukan bagi setiap kumpulan pelajar yang menjalankan eksperimen:

- 2 bikar kaca
- Corong kaca kecil
- Kertas turas bulat
- Butiran karbon teraktif
- Pemegang retort dengan pengapit
- Pewarna makanan

Pengenalan: 25 minit

Memperkenalkan kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Tonton Video: Kotak asap dalam kelas. Minta pelajar mempertimbangkan tentang apa yang akan berlaku pada asap di dalam kotak tersebut. Terangkan bahawa dalam bab ini, mereka akan belajar bagaimana kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ menggunakan penapis untuk menyingkirkan bahan cemar dari udara.

1	Tonton Video: Teknologi pembersihan udara Dyson – cara ia berfungsi. Bahagikan kelas kepada lima kumpulan dan berikan satu set soalan di bawah kepada setiap kumpulan. Setiap kumpulan perlu menulis jawapan mereka di atas kertas untuk dikongsikan dengan kelas nanti. Kumpulan satu: Dari mana jurutera Dyson mendapat inspirasi untuk membangunkan penapis udara? Adakah proses reka bentuknya mudah? Kumpulan dua: Apakah dua sensor yang digunakan dalam penapis udara? Mengapa sensor ini dipilih? Kumpulan tiga: Mengapa lebih daripada satu penapis digunakan? Apakah yang anda perhatikan tentang susunan penapis ini? Mengapa penapis disusun dengan kaedah ini? Kumpulan empat: Apakah faktor utama yang dipertimbangkan oleh jurutera Dyson dalam mereka bentuk penapis udara? Jika perlu, galakkan mereka untuk pertimbangkan aspek berikut: – Saiz – Bunyi – Reka bentuk (estetika) – Jangka hayat – Bahan yang digunakan – Kemudahan penggunaan Kumpulan lima: Apakah kelebihan skrin LCD? Apakah fungsi aplikasi yang disertakan? Adakah ini memberi manfaat kepada pengguna? Minta seorang ketua daripada setiap kumpulan untuk berkongsi pemerhatian mereka dengan seluruh kelas.
---	--

Utama: 1 jam
Memahami penapisan

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Tayangkan Poster: Penapisan pencemaran udara dan Pergerakan pencemaran udara Jelaskan kepada pelajar bahawa zarah pelbagai saiz bergerak dengan cara berbeza. Minta mereka fikirkan saiz zarah mana yang cenderung bergerak mengikut setiap empat cara yang ditunjukkan dalam poster.
3	Tanya pelajar mengapa mereka fikir penapis HEPA direka dengan lipatan. Pelajar boleh bekerja sendiri atau secara berpasangan untuk melengkapkan Lembaran Kerja 06: Reka bentuk penapis. Kemudian, adakan perbincangan kelas untuk berkongsi penemuan mereka, dengan merujuk kepada Bab 03: Halaman sumber untuk guru sebagai panduan.
4	Terangkan kepada pelajar bahawa penapis HEPA mampu menapis 99.95% zarah sekecil PM0.1, tetapi Sebatian Organik Meruap (VOC) boleh melepasi penapis ini. Untuk memerangkap VOC, kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ menggunakan karbon teraktif.

	Pilihan: Untuk memahami cara Karbon teraktif berfungsi, pelajar boleh menjalankan eksperimen mengikut Lembaran Kerja 07: Eksperimen karbon teraktif. Dalam eksperimen ini, pelajar akan memerhati bagaimana karbon teraktif membantu mengurangkan warna pewarna makanan dalam air. Molekul pewarna melekat pada karbon teraktif melalui proses penyerapan, menjadikannya lebih jernih. Prinsip yang sama digunakan dalam penapis karbon teraktif dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™ untuk menyingkirkan VOC dari udara. Jika eksperimen tidak dapat dijalankan kerana kekangan masa atau peralatan, pelajar boleh menonton Video: Eksperimen karbon teraktif untuk memahami proses ini.
5	Terangkan kepada pelajar bahawa lama-kelamaan, penapis HEPA dan karbon teraktif akan menjadi tepu dengan zarah pencemar dan gas, menyebabkan ia tidak lagi berkesan dalam menyingkirkan pencemaran dari udara dan perlu diganti. Untuk mengatasi masalah ini, jurutera Dyson telah mereka bentuk kipas pembersih udara yang dilengkapi dengan penapis tahan lama sepanjang hayat produk. Jelaskan bahawa penapis ini dikenali sebagai penapis Cryptomic™, yang berfungsi menyingkirkan formaldehid dari udara tanpa haus atau perlu diganti. Bincangkan bersama-sama di dalam kelas tentang kelebihan dan kekurangannya. Pelajar perlu memahami bahawa walaupun penapis ini tahan sepanjang hayat produk, ia hanya menapis formaldehid dan tidak dapat menyingkirkan gas pencemar lain, VOC atau zarah halus. Terangkan bahawa proses mereka bentuk inovasi seperti ini dikenali sebagai proses reka bentuk berulang, yang membolehkan jurutera terus menambah baik produk sedia ada. Tanya pelajar sama ada mereka pernah nampak konsep ini dalam produk lain. Mereka seharusnya menyedari bahawa kipas pembersih udara Dyson adalah contoh reka bentuk berulang kerana ia menggabungkan teknologi Dyson Air Multiplier™ untuk mengedarkan udara bersih secara lebih cekap. Pemikiran Lanjutan: Mainkan Video: Dyson Cryptomic™ untuk membantu pelajar memahami dengan lebih mendalam bagaimana penapis ini berfungsi.

Penutup: 5 minit

Menganalisis kipas penapis Dyson Pure Cool™

Objektif pembelajaran	Aktiviti
5	Akhiri sesi pembelajaran dengan perbincangan kelas berdasarkan soalan berikut: – Apakah kelebihan kipas pembersih udara ini? – Masalah apa yang dapat diselesaikannya? – Apakah had atau kekurangannya?

BAHAGIAN 03: PENYELESAIAN

Pelajar akan mempelajari bagaimana pencemaran udara menjadi masalah global dan menilai bagaimana jurutera di seluruh dunia berusaha untuk menyelesaikannya. Mereka akan memahami proses reka bentuk yang dilalui oleh jurutera Dyson ketika membangunkan teknologi baharu dan akan melalui proses reka bentuk mereka sendiri untuk merangka serta membuat prototaip penyelesaian mereka terhadap masalah pencemaran udara di sekolah atau persekitaran rumah.

PENYELESAIAN KEJURUTERAAN BAGI PENCEMARAN UDARA

Menjelang tahun 2050, populasi dunia dijangka mencecah 10 bilion, dengan hampir 70% daripadanya tinggal di kawasan bandar. Jika tidak dikawal, pertumbuhan ini boleh menyebabkan peningkatan pencemaran udara yang lebih serius. Oleh itu, langkah proaktif perlu diambil bagi memastikan masa depan yang lestari. Dengan gabungan pengetahuan sains dan kepakaran kejuruteraan, teknologi inovatif dapat dibangunkan untuk membantu mengatasi cabaran ini.

Jurutera ialah penyelesaian masalah. Mereka menyelidik dan membangunkan idea untuk produk baharu serta mencari kaedah untuk menambah baik teknologi sedia ada. Proses ini bermula dengan mengenal pasti masalah, kemudian mencari penyelesaian yang sesuai. Inilah yang dikenali sebagai proses reka bentuk, yang terdiri daripada tiga peringkat utama: **reka bentuk**, **bina**, dan **uji**.

Reka bentuk – jurutera mengenal pasti masalah yang perlu diselesaikan dan meneroka pelbagai kemungkinan penyelesaian. Mereka melakar idea awal bagi membayangkan bagaimana penyelesaian itu akan berfungsi.

Bina – berdasarkan lakaran ini, jurutera membangunkan prototaip menggunakan bahan ringkas seperti kadbod atau teknologi lebih canggih seperti cetakan 3D. Prototaip ini menjadi asas untuk penambahbaikan seterusnya.

Uji – prototaip diuji bagi memastikan ia berfungsi dengan baik dan berkesan dalam menyelesaikan masalah yang dikenal pasti.

Proses ini bersifat berulang, di mana setiap pengujian membantu mengenal pasti kelemahan dan kekurangan dalam prototaip. Jurutera kemudian memperbaikinya dalam versi seterusnya. Kitaran ini berterusan sehingga terhasil produk akhir yang berkesan menyelesaikan masalah. Sebagai contoh, dalam pembangunan kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™, jurutera Dyson telah mereka bentuk, membina, dan menguji sebanyak 2,605 prototaip sebelum mencapai hasil yang terbaik.



Barisan jurutera Dyson

CONTOH PENYELESAIAN KEJURUTERAAN BAGI PENCEMARAN UDARA

Caeli, Peserta Akhir Antarabangsa Anugerah James Dyson 2019 (India)

Delhi merupakan bandar ketiga paling tercemar di dunia. Apabila kualiti udara merosot teruk, ramai penghidap asma terpaksa dimasukkan ke hospital. Caeli dicipta untuk membantu pesakit kekal sihat dalam keadaan udara yang tercemar serta meningkatkan kualiti hidup mereka. Caeli ialah topeng anti-pencemaran yang menapis udara melalui penapis enam lapisan dan kipas emparan, memastikan aliran udara bersih yang berterusan. Topeng ini juga dilengkapi sensor untuk memantau kualiti udara dan menghantar data ke aplikasi, serta penyebar ubat (nebuliser) bagi membolehkan pengguna mengambil ubat apabila diperlukan.

PhotoSynthetica (UK)

PhotoSynthetica ialah tirai bandar yang menyerap CO₂ dari atmosfera dan menyimpannya. Ia mampu menyimpan sekitar satu kilogram CO₂ setiap hari – setara dengan keupayaan penyimpanan CO₂ oleh 20 batang pokok besar.

Tirai ini terdiri daripada modul-modul besar yang boleh dipasang pada bahagian luar bangunan. Udara masuk melalui bahagian bawah modul dan bergerak melalui medium berair yang mengandungi alga khas. Alga ini bertindak sebagai penapis semula jadi, menangkap CO₂ dan menyingkirkannya dari udara.

Menara Bebas Asap Jerebu (Smog-Free Tower) (China)

Menara Bebas Asap Jerebu ialah menara pembersih udara setinggi 100 meter yang direka untuk mengurangkan tahap asap jerebu di bandar. Menara ini mempunyai ketinggian 7 meter dan menggunakan plat perak pengion serta penapis untuk menyingkirkan zarah halus dari udara.

Basikal Bebas Asap Jerebu (China)

Basikal Bebas Asap Jerebu menyedut udara tercemar ke dalam sistem penapisan. Bahan pencemar disingkirkan daripada udara, dan udara yang telah ditapis dialirkan ke arah penunggang basikal.

Gunung Span (Sponge Mountain) (Italy)

Gunung Span ialah projek menggunakan tanah yang digali daripada pembinaan terowong kereta api yang menghubungkan Turin ke Lyon untuk membentuk timbunan tanah setinggi 90 meter. Timbunan tanah ini menyerap CO₂ dari udara, sekali gus mengurangkan tahap pencemaran udara di Turin iaitu salah satu bandar paling tercemar di Eropah.

Jalan Raya Berkuasa Elektrik (Sweden)

eRoadArlanda di Sweden membangunkan jalan raya berkuasa elektrik pertama di dunia. Jalan ini mengecas semula bateri kenderaan elektrik secara automatik ketika ia bergerak, menggunakan teknologi konduktif yang serupa dengan trek Scalextric. Rel konduktif yang dipasang di jalan raya menyalurkan elektrik melalui penyambung khas di bahagian bawah kenderaan.

Hutan Vertikal (Itali)

Hutan Vertikal ialah model bangunan kediaman lestari. Bangunan ini menempatkan 800 batang pokok, 4,500 batang pokok renek dan 15,000 tumbuhan – bersamaan dengan 20,000 meter persegi hutan. Hutan vertikal ini mewujudkan mikroiklim yang menyerap CO₂ dan zarah habuk serta membebaskan oksigen.



Basikal bebas asap jerebu
China



Jalan raya berkuasa elektrik
Sweden



Gunung Span
Itali

Gambar atas: Elways, eRoadArlanda
Gambar bawah: Angelo Renna (Arkitek), Success project (Mark Goddard dan David Manning),
Rakan kerjasama: Gianluca Lattanzi, Maciej Abramczyk (Casestudyhomes).



Menara bebas asap jerebu
China

BAB 04

REKA BENTUK PENYELESAIAN PENCEMARAN UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Objektif pembelajaran

1. Memahami peranan jurutera dalam mencipta penyelesaian untuk mengurangkan pencemaran udara.
2. Menilai penyelesaian kejuruteraan sedia ada dalam mengurangkan pencemaran udara.
3. Memahami proses reka bentuk yang dilalui oleh jurutera dalam membangunkan teknologi baharu untuk menangani masalah seperti pencemaran udara.
4. Mereka penyelesaian untuk mengurangkan pencemaran udara.

Hasil aktiviti

Menyelesaikan penyelidikan mengenai penyelesaian kejuruteraan sedia ada bagi menangani pencemaran udara

Menyiapkan lakaran dan senarai bahagian.

Apa yang anda perlukan:

Pen dan pensel

Kertas A3

Poster: Reka bentuk

Komputer untuk membuat carian

Contoh penyelesaian kejuruteraan bagi menangani pencemaran udara (**halaman 41-43**)

Pengenalan: 5 minit

Penyelesaian kejuruteraan bagi menangani pencemaran udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Jelaskan bahawa jurutera boleh membangunkan teknologi untuk menangani masalah pencemaran udara di peringkat global. Jelaskan, pada hari ini pelajar akan memainkan peranan sebagai seorang jurutera dengan mereka bentuk penyelesaian sendiri bagi menyelesaikan permasalahan tersebut. Sebagai permulaan, mereka akan menyelidik penyelesaian kejuruteraan yang sudah wujud.

Utama: 1 jam 15 minit

Reka bentuk penyelesaian bagi pencemaran udara

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Bahagikan kelas kepada kumpulan yang terdiri daripada tiga orang dan tugaskan setiap kumpulan untuk meneliti salah satu penyelesaian kejuruteraan terhadap pencemaran udara yang dibincangkan dalam tiga halaman sebelumnya. Para pelajar juga boleh mencari penyelesaian kejuruteraan lain melalui carian dalam talian. Setiap kumpulan perlu menulis jawapan bagi soalan berikut: – Apakah penyelesaian ini? – Bagaimana ia berfungsi? – Adakah ia berkesan dalam mengurangkan pencemaran udara? Mengapa? Minta para pelajar untuk kongsi hasil carian mereka dengan seluruh kelas. Bincangkan kekuatan dan kelemahannya bersama-sama.
3	Tayangkankan Poster: Reka bentuk. Jelaskan kepada pelajar bahawa jurutera perlu diberikan taklimat tugas untuk menyelesaikan masalah. Ini akan menjelaskan isu yang perlu diselesaikan serta parameter yang mesti dipatuhi, seperti saiz produk atau fungsi yang perlu dilaksanakan. Jelaskan bahawa dalam proses mereka bentuk sesuatu produk, jurutera melalui tiga peringkat utama: reka bentuk, bina dan uji. Proses ini tidak berlaku sekali sahaja – ia diulang berkali-kali untuk menambah baik reka bentuk, menjadikannya satu proses kitaran atau ulangan. Tanya pelajar mengapa pengulangan dalam reka bentuk itu penting? Mereka seharusnya memahami bahawa setiap ujian membantu mengenal pasti kelemahan dalam prototaip yang kemudian boleh diperbaiki dalam kitaran reka bentuk yang seterusnya.

4	Terangkan kepada pelajar bahawa dalam kumpulan tiga orang, mereka akan berfikir seperti jurutera dan mereka bentuk serta membina prototaip penyelesaian mereka sendiri bagi menangani pencemaran udara. Dalam bab ini, mereka akan memulakan peringkat pertama dalam proses reka bentuk: Reka bentuk. Jelaskan bahawa tugas mereka adalah: Mereka bentuk satu produk yang dapat menyelesaikan masalah pencemaran udara di persekitaran sekolah, rumah atau sepanjang perjalanan ke sekolah. Berikan 30 minit kepada para pelajar untuk berfikir sendiri dan melakar idea penyelesaian bagi tugas mereka. – Pengguna – Fungsi – Bahan-bahan – Keselamatan – Estetika – Kos Ingatkan pelajar tentang bahan yang disediakan untuk membina prototaip dan galakkan mereka merancang reka bentuk yang sesuai dengan bahan tersebut. Minta pelajar membentangkan idea mereka kepada kumpulan masing-masing. Galakkan perbincangan dan soal jawab sebelum mereka bersama-sama memilih satu penyelesaian terbaik.
---	--

Penutup: 10 minit

Persediaan untuk membina prototaip

Objektif pembelajaran	Aktiviti
4	Minta setiap kumpulan memilih bahan dan peralatan yang diperlukan daripada senarai yang disediakan untuk membina prototaip mereka. Kemudian, mereka boleh merancang proses pembinaan dengan membahagikan tugas dan tanggungjawab kepada setiap ahli kumpulan untuk pelajaran seterusnya.

BAB 05

MENCIPTA PENYELESAIAN BAGI PENCEMARAN UDARA

Jangka masa: 1 jam 30 minit

Objektif pembelajaran

1. Bina prototaip kasar untuk memenuhi keperluan tugas.
2. Membangunkan kemahiran bekerja dalam pasukan.
3. Meningkatkan kemahiran praktikal.
4. Memahami kepentingan ujian dalam proses reka bentuk.
5. Meningkatkan kemahiran pembentangan dan penilaian sendiri.

Hasil aktiviti

Bina prototaip penyelesaian untuk menangani pencemaran udara

Pembentangan prototaip kepada seluruh kelas.

Apa yang anda perlukan:

Pelbagai bahan untuk membina prototaip

Pelbagai pelekat untuk menyambung bahagian

Pelbagai alat untuk memotong bahan dan membina prototaip

Pengenalan: 10 minit

Persediaan prototaip

Objektif pembelajaran	Aktiviti
1	Terangkan kepada pelajar bahawa dalam pelajaran ini, mereka akan bekerjasama dalam kumpulan yang sama seperti pelajaran sebelumnya untuk membina prototaip kasar berdasarkan reka bentuk mereka. Berdasarkan senarai bahan dan peralatan yang telah disediakan dalam pelajaran lepas, minta pelajar mengumpulkan keperluan mereka untuk membina prototaip.

Utama: 1 jam

Pembuatan prototaip

Objektif pembelajaran	Aktiviti
2	Terangkan kepada pelajar bahawa setiap kumpulan perlu melantik seorang ketua jurutera. Individu ini bertanggungjawab untuk membahagikan tugas dalam pembinaan setiap bahagian, memastikan keseragaman dalam dimensi dan kualiti, serta mencatat sebarang penambahan atau perubahan pada reka bentuk dan senarai bahagian produk. Ketua jurutera juga harus memastikan prototaip disiapkan sebelum tamat pengajaran pada hari tersebut.
3,4	Minta setiap kumpulan bekerjasama untuk membina prototaip reka bentuk menggunakan bahan dan peralatan prototaip yang disediakan.

3, 4	Galakkan setiap kumpulan untuk menguji produk mereka sepanjang proses pembinaan bagi memahami cara pengguna berinteraksi dengannya serta mengenal pasti kelemahan reka bentuk. Ingatkan mereka bahawa proses reka bentuk bersifat berulang dan galakkan mereka untuk bekerjasama dalam menyesuaikan serta menambah baik reka bentuk apabila menghadapi cabaran.
------	---

Penutup: 20 minit
Menilai

Objektif pembelajaran	Aktiviti
4, 5	Minta setiap kumpulan membentangkan prototaip mereka kepada seluruh kelas dengan mengenal pasti perkara berikut: – Masalah – Penyelesaian – Cara ia berfungsi dan mengapa ia lebih baik daripada penyelesaian sedia ada – Siapa yang akan menggunakannya Minta setiap kumpulan berkongsi perubahan yang telah mereka buat sepanjang proses dan pertimbangkan kaedah untuk menambah baik prototaip mereka. Galakkan rakan sekelas memberi maklum balas serta mencadangkan penambahbaikan yang boleh menjadikan prototaip lebih berkesan. Sebagai alternatif kepada pembentangan, anda boleh menganjurkan pameran reka bentuk di mana pelajar dan guru lain dapat memerhati serta mendengar pembentangan setiap kumpulan tentang prototaip mereka. Untuk menjadikan acara lebih menarik, anda boleh menjemput jurutera tempatan sebagai tetamu khas – mereka juga boleh bertindak sebagai juri untuk memilih prototaip terbaik.

LEMBARAN KERJA 01: BAHAN PENCEMAR UDARA DAN PUNCA-PUNCANYA

Lembaran kerja ini mengandungi nama, penerangan dan punca-punca bahan pencemar udara. Potong kotak-kotak yang disediakan dan padankan setiap pencemar dengan penerangan serta punca-puncanya.

PM10	Zarah yang berdiameter 2.5 µm atau kurang. Zarah ini sangat kecil sehingga hanya boleh dilihat menggunakan mikroskop elektron. Saiznya yang halus membolehkan ia melepasi halangan semula jadi tubuh kita dan masuk ke dalam paru-paru.	Formaldehid
Nitrogen dioksida – NO ₂	Gas tidak berwarna yang sangat merengsa, terbentuk berhampiran permukaan bumi. Ia berbeza daripada lapisan ozon semula jadi di atmosfera atas yang melindungi kita daripada sinaran UV matahari.	Punca: – Produk kayu yang dihasilkan secara besar-besaran – Varnis – Cat – Gam
Punca: – Bakteria – Kulat – Pelepasan daripada industri yang menggunakan arang batu, gas dan minyak	PM0.1	Sebatian Organik Meruap (VOCs)
Punca: – Terbentuk apabila NO ₂ bertindak balas dengan VOC dan cahaya matahari	Zarah berdiameter 10 µm atau kurang. Biasanya, ia cukup besar untuk disaring oleh bulu hidung dan lendir lalu dikeluarkan melalui batuk atau bersin. Namun, ada bahan cemar yang boleh menjejaskan pernafasan dan memberi kesan jangka panjang kepada kesihatan	Punca: – Rokok – Cat – Produk pencuci – Lilin beraroma – Pengilat perabot
Punca: – Asap hitam – Tanah – Habuk dari jalan raya dan tapak pembinaan – Debunga – Spora kulapuk	PM2.5	Sekumpulan gas atau cecair bawaan udara yang boleh menjadi toksik.
Zarah ultra halus dengan diameter 0.1 µm atau kurang. Saiznya yang sangat kecil membolehkan ia melepasi tisu paru-paru dan memasuki aliran darah.	Punca: – Pembakaran bahan api yang tidak sempurna dalam pemanas gas dan kayu	Gas berwarna merah-coklat dengan bau menyengat yang menyumbang kepada pembentukan jerebu dan hujan asid.
Sulfur dioksida – SO ₂	Gas tanpa bau dan warna.	Punca: – Diesel car exhaust fumes – Fires – Coal factories – Domestic heating
Karbon monoksida – CO	Gas toksik dengan bau tajam yang berasal dari gunung berapi.	Punca: – Pembakaran bahan api fosil – Letusan gunung berapi – Kebakaran hutan
Dikenali kerana baunya yang kuat dan menyengat serta sifatnya yang mudah terbakar.	Ozon paras bumi – O ₃	Punca: – Pelepasan ekzos kenderaan – Asap kayu – Asap tembakau

LEMBARAN KERJA 02: KUALITI UDARA DI SEKITAR SEKOLAH

Jurutera Dyson menggunakan peranti pemantauan kualiti udara untuk mengukur kepekatan pencemaran zarah dan gas di enam lokasi dalam sekolah.

1. Gunakan Graf 1 untuk memplot kepekatan pencemaran zarah di setiap lokasi dengan merujuk pada indeks kualiti udara.
2. Gunakan Graf 2 untuk memplot kepekatan pencemaran gas di setiap lokasi dengan merujuk pada indeks kualiti udara.

Bacaan kualiti udara di kawasan sekolah

Lokasi	Sensor zarah (bilangan lampu LED)	Sensor gas (bilangan lampu LED)
1. Bilik darjah	4	2
2. Kantin	6	6
3. Padang sukan	3	4
4. Pagar sekolah	5	7
5. Tempat letak kereta	3	5
6. Makmal sains/D&T	4	6

Indeks kualiti udara

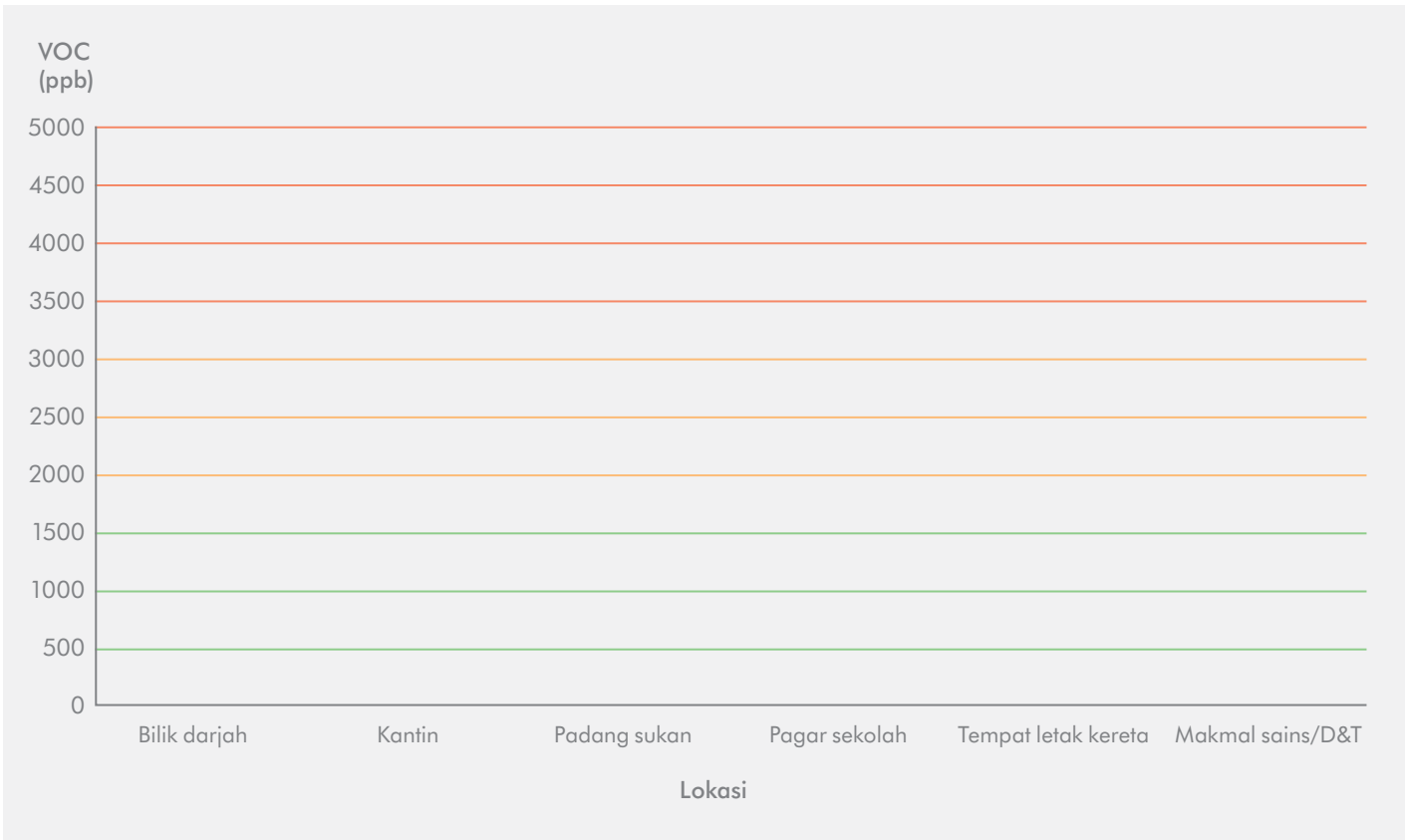
Kualiti udara	Bilangan lampu LED	Zarah ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	Gas (ppb)**
Sangat teruk	10	70	5000
	09	65	4000
	08	60	3000
	07	55	2000
Sederhana	06	50	1000
	05	45	500
Baik	04	40	400
	03	30	300
Sangat baik	02	20	200
	01	10	100

*($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = mikrogram pencemaran zarah bagi setiap meter padu udara
**(ppb) = bahagian bagi setiap bilion pencemaran gas

Graf – Pencemaran zarah



Graf – Pencemaran gas



3. Gunakan graf untuk menjawab soalan berikut.

(a) Lokasi manakah yang mempunyai pencemaran udara paling teruk?

(b) Jenis pencemaran manakah yang lebih teruk di sini – zarah atau gas?

(c) Apakah yang mungkin menyebabkan pencemaran di (a)?

(d) Bagaimanakah tahap pencemaran udara berubah dari dalam ke luar?

(e) Apakah yang mengejutkan anda daripada hasil pemerhatian ini?

LEMBARAN KERJA 03: MEMBINA PERANTI PEMANTAU KUALITI UDARA

Gunakan panduan ini untuk membina peranti pemantauan kualiti udara yang boleh digunakan untuk memantau tahap pencemaran di pelbagai lokasi di sekolah anda.

Senarai peralatan untuk satu peranti	Quantity
Arduino	1
Perisai asas	1
Kabel	4
Mentol LED bentuk Batang (LED stick)	2
Sensor zarah*	1
Sensor gas**	1
Bateri	1
Penggalak	1
Kabel USB	1

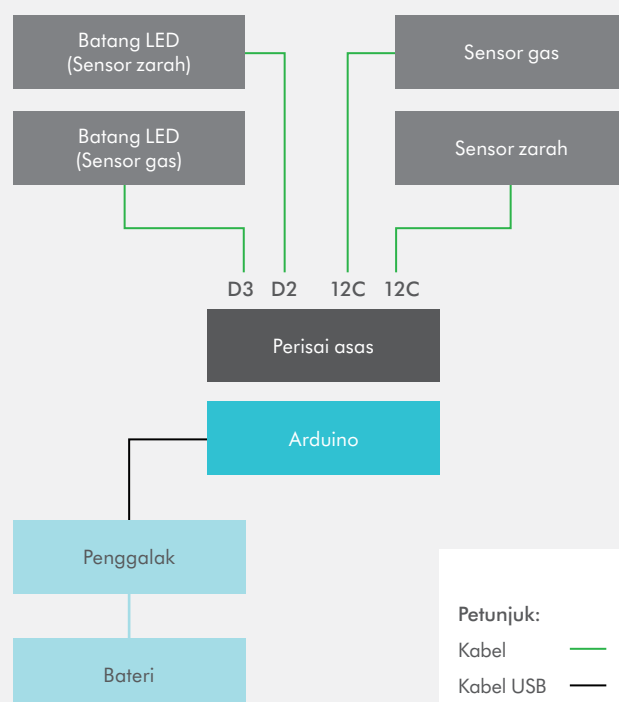
*Sensor zarah ini boleh mengukur zarah sehingga saiz 2.5 mikron, kira-kira 25 kali lebih halus daripada sehelai rambut manusia.

**Sensor gas ini boleh mengukur kepekatan Sebatian Organik Meruap (VOC) dan gas pencemar.

Panduan

1. Masukkan perisai asas ke dalam Arduino menggunakan pin.
2. Sambungkan satu hujung kabel ke sensor zarah dan hujung yang lain ke slot I2C kosong pada perisai asas.
3. Sambungkan satu hujung kabel lain ke sensor gas dan hujung yang lain ke slot I2C kosong pada perisai asas.
4. Sambungkan satu hujung kabel ke batang LED dan hujung yang lain ke slot D2 pada perisai asas. Ini akan digunakan untuk menunjukkan kepekatan pencemaran zarah.
5. Sambungkan satu hujung kabel terakhir ke batang LED yang lain dan hujung yang lain ke slot D3 pada perisai asas. Ini akan digunakan untuk menunjukkan kepekatan pencemaran gas.
6. Sambungkan bateri ke penggalak.
7. Sambungkan penggalak ke Arduino menggunakan kabel USB.
8. Tetapkan suis pada penggalak ke ON untuk menghidupkan peranti.
9. Peranti sedia digunakan apabila bar memuat berwarna biru pada batang LED sudah tidak kelihatan.
10. Untuk mematikan peranti, tetapkan suis pada penggalak ke OFF.

Rajah tetapan peranti:



LEMBARAN KERJA 04: PENGUMPULAN DATA

Kumpulkan data kualiti udara di enam lokasi sekitar sekolah anda menggunakan peranti pemantauan kualiti udara anda.

Panduan

1. Pastikan peranti pemantauan kualiti udara anda sudah dihidupkan.
2. Bawa peranti ke lokasi yang ingin diukur.
3. Tunggu sekurang-kurangnya satu minit supaya bacaan sensor stabil*.
- *Lampu LED pada setiap batang LED sepatutnya kekal sama.
4. Catat bilangan lampu LED pada setiap batang dalam jadual data di bawah.
5. Ulang langkah 2-4 sehingga semua lokasi selesai diukur.

Kualiti udara	Bilangan lampu LED
Sangat teruk	10
	09
	08
	07
Sederhana	06
	05
Baik	04
	03
Sangat baik	02
	01

Pengumpulan data

Lokasi	Sensor zarah (bilangan lampu LED)	Sensor gas (bilangan lampu LED)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

LEMBARAN KERJA 05: ANALISIS DATA

Jurutera Dyson menggunakan peranti pemantauan kualiti udara untuk mengukur tahap pencemaran gas dan zarah di enam lokasi dalam sebuah sekolah.

1. Plotkan kepekatan pencemaran zarah di setiap lokasi pada Graf 1, dengan merujuk kepada indeks kualiti udara.
2. Plotkan kepekatan pencemaran gas di setiap lokasi pada Graf 2, dengan merujuk kepada indeks kualiti udara.

Indeks kualiti udara

Kualiti udara	Bilangan lampu LED	Zarah ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ *)	Gas (ppb)**
Sangat teruk	10	70	5000
	09	65	4000
	08	60	3000
	07	55	2000
Sederhana	06	50	1000
	05	45	500
Baik	04	40	400
	03	30	300
Sangat baik	02	20	200
	01	10	100

*($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = mikrogram pencemaran zarah bagi setiap meter padu udara
**(ppb) = bahagian bagi setiap bilion pencemaran gas

Graf – Pencemaran zarah



Graf – Pencemaran gas



3. Gunakan graf untuk menjawab soalan berikut.

(a) Lokasi manakah yang mempunyai pencemaran udara paling teruk?

(b) Jenis pencemaran manakah yang lebih teruk di sini – zarah atau gas?

(c) Apakah yang mungkin menyebabkan pencemaran di (a)?

(d) Bagaimanakah tahap pencemaran udara berubah dari dalam ke luar?

(e) Apakah yang mengejutkan anda daripada hasil pemerhatian ini?

LEMBARAN KERJA 06: REKA BENTUK PENAPIS

Jurutera sering diberikan spesifikasi seperti saiz, kos, dan prestasi dalam reka bentuk sesuatu produk. Lakukan aktiviti di bawah untuk mempertimbangkan bagaimana spesifikasi ini mempengaruhi reka bentuk penapis yang digunakan dalam kipas pembersih udara Dyson Pure Cool™. Anda boleh menulis jawapan kepada soalan di bawah pada dua halaman seterusnya.

1. Ambil sehelai kertas A4 dan letakkan rata di atas meja di hadapan anda. Kira luas permukaan kertas ini.

L ialah panjang dan W ialah lebar. Rujuk Rajah 01 di sebelah kanan.

2. Lipat kertas A4 secara melintang dengan jarak 20 mm di antara setiap lipatan. Ulang langkah ini dengan sekeping lagi kertas A4, tetapi pada jarak 50 mm.

a. Bagaimana saiz kertas yang telah dilipat berbanding dengan kertas rata?

b. Apa perubahan yang berlaku pada luas permukaannya?

c. Mengapa perubahan ini penting?

3. Luas permukaan kertas yang dilipat boleh dikira menggunakan formula berikut, di mana N ialah bilangan lipatan:

$$\text{Luas permukaan} = N ((W \times H) \times 2)$$

a. Jika setiap lipatan mempunyai ketinggian 20mm dan jarak antara lipatan (pitch) ialah 10mm, berapakah luas permukaan maksimum yang boleh dimuatkan dalam ruang 210mm x 300 mm?

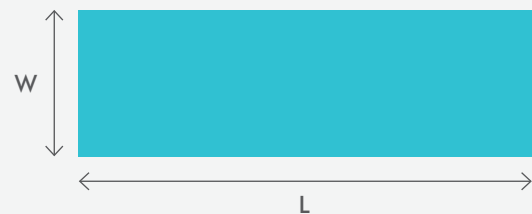
Bayangan: Rujuk Rajah 02 dan mula dengan mengira jumlah lipatan yang boleh dibuat.

b. Berapa banyak helaian kertas A4 yang diperlukan untuk mencapai luas permukaan ini?

c. Mengapa jurutera berusaha untuk memaksimumkan luas permukaan penapis yang direka?

d. Selain kekangan ruang, apakah faktor lain yang boleh menghadkan luas permukaan maksimum penapis? Mengapa faktor ini penting?

Rajah 01: Luas permukaan = $W \times L$



Rajah 02: Luas permukaan = $N ((W \times H) \times 2)$



2a. Apakah yang anda perhatikan tentang saiz kedua-dua kepingan kertas yang telah dilipat berbanding dengan kertas rata?

2b. Apa yang berlaku pada luas permukaan?

2c. Mengapa ini penting?

3a. Jika ketinggian lipatan ialah 20mm dan jarak antara lipatan (pitch) ialah 10mm, berapakah luas permukaan maksimum yang boleh dicapai dalam ruang 210mm × 300mm?

3b. Berapa banyak helaian kertas A4 yang diperlukan?

3c. Mengapa jurutera ingin memaksimumkan luas permukaan penapis yang direka?

3d. Apakah batasan lain, selain ruang, yang boleh mempengaruhi luas permukaan maksimum penapis?

LEMBARAN KERJA 07: EKSPERIMEN KARBON TERAKTIF

Gunakan lembaran ini sebagai panduan untuk memerhati bagaimana karbon teraktif mempengaruhi air dan pewarna makanan.

Bahan-bahan

2 bikar kaca

Corong kaca kecil Kertas turas bulat

Butiran karbon teraktif/arang

Pemegang retort dengan pengapit

Pewarna makanan

Prosedur:

1. Labelkan bikar sebagai A dan B.

2. Isikan bikar A dengan 100 ml air.

3. Tambahkan 5 titis pewarna makanan ke dalam bikar A.
Catat warna air dalam bikar di bawah.

4. Lipat kertas turas bulat kepada separuh, kemudian lipat sekali lagi. Buka satu bahagian kertas turas untuk membentuk corong dan letakkannya di dalam corong kaca.

5. Pasang corong kaca pada pemegang retort di atas bikar B.

6. Sukat 10 g (lebih kurang 3 sudu teh) butiran karbon teraktif dan letakkan ke dalam corong.

7. Tuangkan air berwarna dari bikar A ke dalam corong supaya ia melalui butiran karbon teraktif dan masuk ke dalam bikar B.

8. Jawab soalan di halaman seterusnya berdasarkan eksperimen anda.

1. Gambarkan warna campuran air dan pewarna makanan dalam bikar A sebelum ia dituangkan melalui karbon teraktif.

2. Bagaimanakah warna campuran air dan pewarna makanan dalam bikar B selepas melalui butiran karbon aktif?

3. Terangkan apa yang berlaku dalam eksperimen ini.

4. Mengapa anda rasa ini berlaku?

LEMBARAN KERJA 08: MENGUNAKAN PEMANTAU KUALITI UDARA

Gunakan panduan ini untuk memantau kualiti udara di pelbagai lokasi sekitar sekolah anda.

Cara menggunakan pemantau kualiti udara Temtop LKC1000S+ 2nd

1. Tekan dan tahan butang kuasa selama 3 saat untuk menghidupkan pemantau kualiti udara. Setelah diaktifkan, peranti akan memaparkan antara muka utama.
2. Tekan butang 'PM2.5' sekali untuk memerhati bacaan zarah halus. Jika ditekan berulang kali, data akan dipaparkan dalam format graf. Untuk aktiviti ini, sebaiknya kekal pada skrin yang menunjukkan kepekatan PM2.5, PM10, dan jumlah zarah. Perlu diingat, bacaan ini hanya untuk rujukan dan bukan ukuran profesional.
3. Tekan butang 'HCHO' sekali lagi untuk memerhati bacaan kepekatan TVOC. Skrin ini juga akan memaparkan petunjuk kualiti udara yang memperlihatkan sama ada keadaan udara sihat atau tidak. Untuk aktiviti ini, kekalkan skrin pada paparan kepekatan TVOC.
4. Tekan butang 'pause/play' untuk menukar antara mod pengukuran dan mod jeda. Apabila tiba di setiap lokasi, pastikan pemantau kualiti udara berada dalam mod pengukuran supaya ia dapat merekod dan memaparkan data semasa. Sebelum berpindah ke lokasi lain, tekan 'pause/play' untuk mengaktifkan mod jeda agar data pada skrin kekal terpapar tanpa kemas kini.

LEMBARAN KERJA 09: PENGUMPULAN DATA

Kumpulkan data kualiti udara di enam lokasi sekitar sekolah anda menggunakan pemantau kualiti udara.

Panduan

1. Pastikan pemantau kualiti udara anda dihidupkan.
2. Bawa peranti ke lokasi tempat anda akan mengambil bacaan.
3. Tekan butang ‘pause/play’ untuk mengaktifkan mod pengukuran.
4. Tekan butang ‘PM2.5’ untuk mengesan zarah halus dan rekodkan bacaan pencemaran zarah (PM2.5 dan PM10) dalam jadual di bawah.

*Tunggu sekurang-kurangnya 30 saat untuk memastikan bacaan stabil.
5. Tekan butang ‘HCHO’ untuk mengesan pencemaran gas dan rekodkan bacaan TVOC dalam jadual di bawah.

* Tunggu sekurang-kurangnya 30 saat untuk mendapatkan bacaan yang stabil.
6. Setelah semua bacaan (PM2.5, PM10 dan TVOC) direkodkan, tekan butang ‘pause/play’ untuk mengaktifkan mod jeda.
7. Ulang langkah 2-6 sehingga selesai mengambil bacaan di semua lokasi.

Pengumpulan data

Lokasi	Zarah halus (PM2.5)	Zarah halus (PM10)	Gas (TVOC)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

LEMBARAN KERJA 10: ANALISIS DATA

Apakah Indeks Kualiti Udara (AQI)?

Indeks Kualiti Udara (AQI) mengukur tahap pencemaran udara yang boleh menjejaskan kesihatan manusia dan alam sekitar. Antara bahan cemar utama yang dinilai ialah ozon, zarah halus, nitrogen, karbon monoksida, sulfur dioksida dan sebatian sulfur dioksida terkurang.

1. Catat dan plot kepekatan pencemaran zarah di setiap lokasi berdasarkan Indeks Kualiti Udara pada Graf 1 dan 2.

2. Catat dan plot kepekatan pencemaran gas di setiap lokasi berdasarkan Indeks Kualiti Udara pada Graf 3.

Indeks kualiti udara

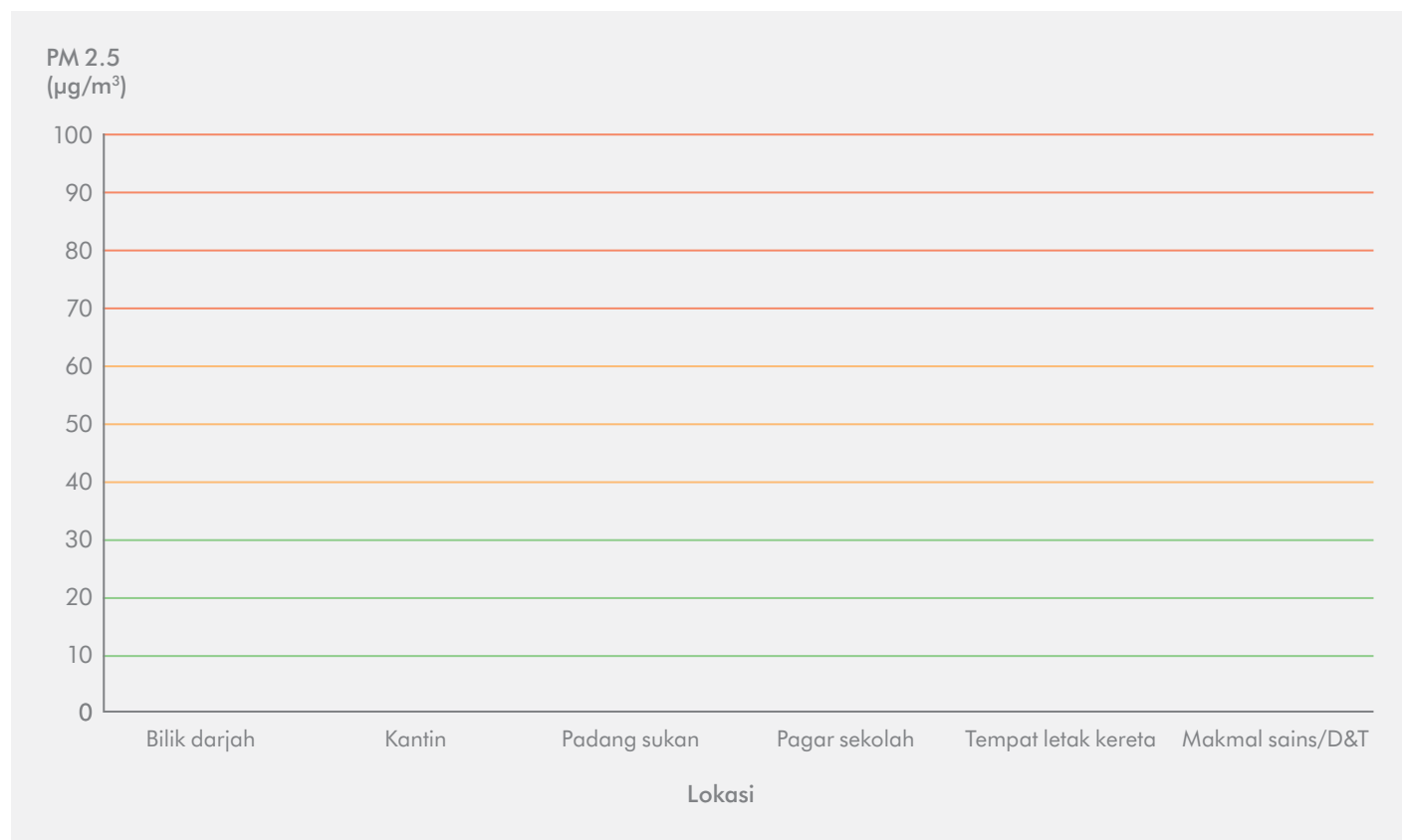
Kualiti udara	Indeks kualiti udara	Zarah halus (PM2.5) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zarah halus (PM10) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bahaya	301+	250.5+	425+
Sangat tidak sihat	201–300	150.5–250.4	355–424.9
Tidak sihat	151–200	55.5–150.4	255–354.9
Tidak sihat untuk kumpulan sensitif	101–150	35.5–55.4	155–254.9
Sederhana	51–100	12.1–35.4	55–154.9
Baik	0–50	0–12	0–54.9

Kualiti udara	Gas (TVOC) (mg/m^3)	Pembelajaran Lanjutan - HCHO (mg/m^3)
Tidak sihat	>0.5	>0.1
Sihat	< atau sama dengan 0.5	< atau sama dengan 0.1

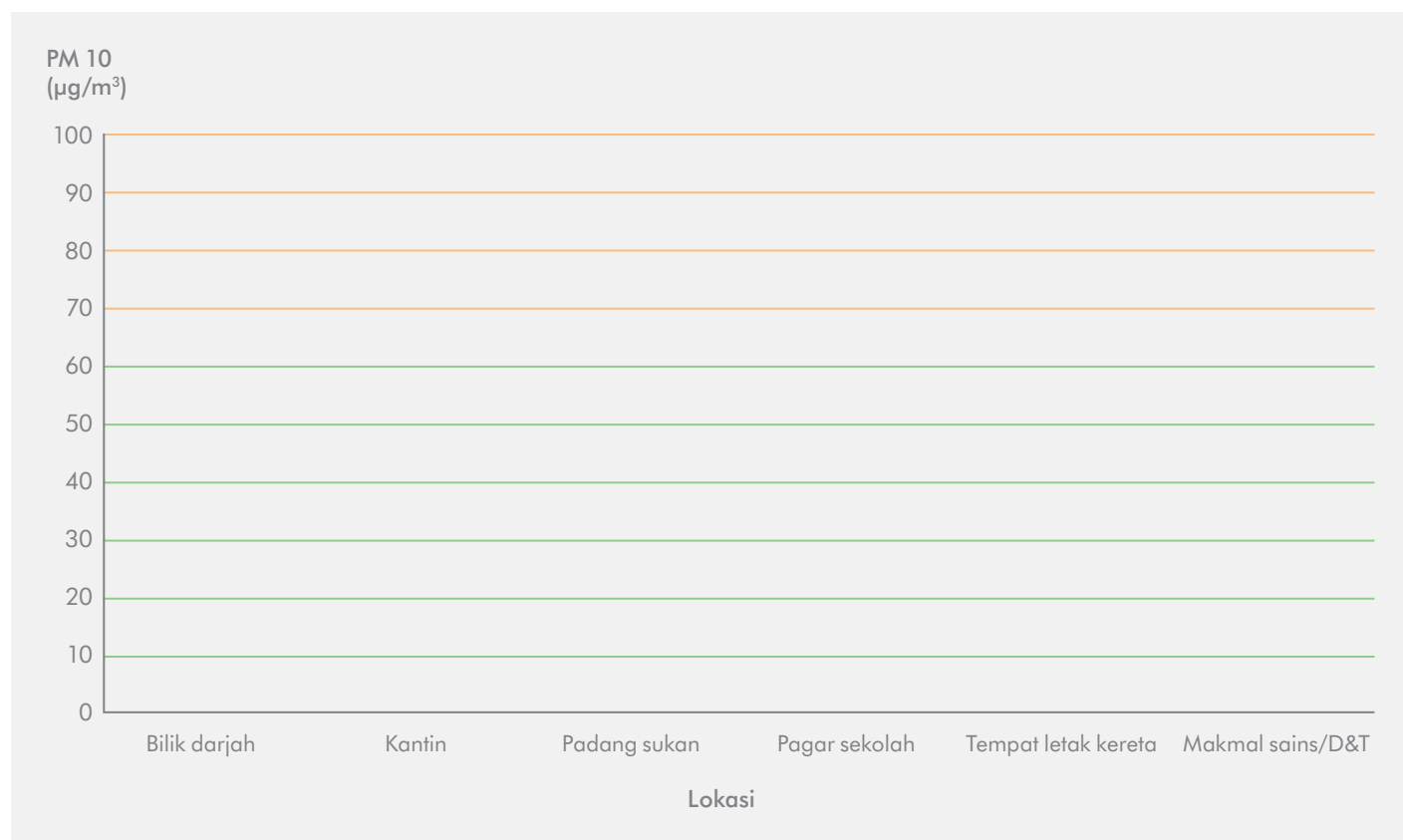
*($\mu\text{g}/\text{m}^3$) = mikrogram pencemaran zarah bagi setiap meter padu udara

**(mg/m^3) = miligram pencemaran gas bagi setiap meter padu udara

Graf – Pencemaran zarah (PM2.5)



Graf – Pencemaran zarah (PM10)



Graf – Pencemaran gas (TVOC) (mg/m³)



3. Gunakan graf untuk menjawab soalan-soalan berikut.

(a) Lokasi manakah yang mempunyai pencemaran udara paling teruk?

(b) Jenis pencemaran manakah yang lebih teruk di sini – zarah atau gas?

(c) Apakah yang mungkin menyebabkan pencemaran di (a)?

(d) Bagaimanakah tahap pencemaran udara berubah dari dalam ke luar?

(e) Apakah yang mengejutkan anda daripada hasil pemerhatian ini?

LEMBARAN TAMBAHAN

BAB 01

LEMBARAN TAMBAHAN

Lembaran tambahan ini menyenaraikan padanan yang betul antara bahan pencemar udara, penerangan mengenainya, dan puncanya daripada **Lembaran Kerja 01: Bahan pencemar udara dan punca-puncanya**.

PM10	Zarah berdiameter 10 µm atau kurang. Biasanya, ia cukup besar untuk disaring oleh bulu hidung dan lendir lalu dikeluarkan melalui batuk atau bersin. Namun, ada bahan cemar yang boleh menjejaskan pernafasan dan memberi kesan jangka panjang kepada kesihatan.	Punca: – Asap hitam – Tanah – Habuk dari jalan raya dan tapak pembinaan – Debunga – Spora kulapuk
PM2.5	Zarah yang berdiameter 2.5 µm atau kurang. Zarah ini sangat kecil sehingga hanya boleh dilihat menggunakan mikroskop elektron. Saiznya yang halus membolehkan ia melepasi halangan semula jadi tubuh kita dan masuk ke dalam paru-paru.	Punca: – Bakteria – Kulat – Pelepasan daripada industri yang menggunakan arang batu, gas dan minyak
PM0.1	Zarah ultra halus dengan diameter 0.1 µm atau kurang. Saiznya yang sangat kecil membolehkan ia melepasi tisu paru-paru dan memasuki aliran darah.	Punca: – Pelepasan ekzos kenderaan – Asap kayu – Asap tembakau
Sebatian Organik Meruap (VOC)	Sekumpulan gas atau cecair bawaan udara yang boleh menjadi toksik.	Punca: – Rokok – Cat – Produk pencuci – Lilin beraroma – Pengilat perabot
Formaldehid	Dikenali kerana baunya yang kuat dan menyengat serta sifatnya yang mudah terbakar.	Punca: – Produk kayu yang dihasilkan secara besar-besaran – Varnis – Cat – Gam
Nitrogen dioksida – NO ₂	Gas berwarna merah-coklat dengan bau menyengat yang menyumbang kepada pembentukan jerebu dan hujan asid.	Punca: – Asap ekzos kereta diesel – Kebakaran – Kilang arang batu – Pemanasan domestik

Karbon monoksida – CO	Gas tanpa bau dan warna.	Punca: – Pembakaran bahan api yang tidak sempurna dalam pemanas gas dan kayu
Sulfur dioksida – SO ₂	Gas toksik dengan bau tajam yang berasal dari gunung berapi.	Punca: – Pembakaran bahan api fosil – Letusan gunung berapi – Kebakaran hutan
Ozon paras bumi – O ₃	Gas tidak berwarna dan sangat merengsa yang terbentuk berhampiran permukaan bumi.	Punca: – Terbentuk apabila NO ₂ bertindak balas dengan VOC dan cahaya matahari

BAB 02B

LEMBARAN TAMBAHAN

Lembaran tambahan ini boleh membantu anda menyediakan peralatan untuk aktiviti membina peranti pemantau kualiti udara dalam Bab 02B. Anda juga boleh menonton **Video: Tutorial membina peranti pemantau kualiti udara**.

Anda perlu melakukan perkara berikut sekurang-kurangnya dua hari sebelum pelajaran bermula:

Programkan Arduino

Sediakan sensor gas*

Cas bateri untuk setiap peranti

*Sensor gas perlu dihidupkan sekurang-kurangnya 12 jam sebelum digunakan bagi memastikan bacaan yang tepat. Proses ini membolehkan sensor menjalani perubahan kimia secara kekal dan hanya perlu dilakukan sekali.

Memprogram Arduino

Peralatan yang diperlukan:

Komputer dengan port USB dan sambungan internet

Perisian Arduino Integrated Development Environment:
<https://www.arduino.cc/en/main/software>

Kod Arduino, boleh didapati di laman web
The James Dyson Foundation

Arduino Uno yang perlu diprogramkan Kabel USB jenis A ke B

Cara memprogram Arduino:

1. Muat turun dan pasang perisian Arduino Integrated Development Environment. Anda mungkin perlu mendapatkan bantuan daripada pasukan IT atau juruteknik.
2. Pada desktop, buat folder baharu bernama **jdf_aqi**.
3. Pergi ke laman web The James Dyson Foundation dan klik muat turun kod Arduino di bahagian Engineering Solutions: Air Pollution. Fail kod bernama **jdf_aqi.ino** akan dimuat turun.
4. Setelah fail kod dimuat turun, simpan ke dalam folder yang telah anda buat di desktop. Kemudian, klik untuk membukanya. Fail tersebut akan dibuka secara automatik dalam perisian Arduino Integrated Development Environment.
5. Dalam perisian Arduino IDE, klik Tools, kemudian pilih Manage Libraries.
6. Cari **HM3301** dan pilih **Grove – Laser PM2.5 Sensor HM3301** oleh Seeed Studio. Pilih versi **1.0.0** daripada senarai pilihan, kemudian klik **Install**.
7. Cari **SGP30** dan pilih **Adafruit SGP30 Sensor** oleh Adafruit. Pilih versi **1.0.5** daripada senarai pilihan, kemudian klik **Install**.
8. Cari **NeoPixel** dan pilih **Adafruit NeoPixel** oleh Adafruit. Pilih versi **1.3.2** dari senarai pilihan, kemudian klik **Install**.
9. Klik Tools, kemudian Port, dan pilih COM (Arduino/Genuino Uno) – Arduino yang disambungkan sepatutnya muncul secara automatik. Sila ambil perhatian bahawa pada sesetengah sistem, ia mungkin muncul sebagai **/dev/tty/arduinouno**.
10. Klik Sketch, kemudian pilih Upload (atau tekan butang anak panah ke kanan pada bar alat).
11. Tunggu sehingga mesej Done Uploading muncul di bar status di bahagian bawah tettingkap.
12. Cabut kabel USB daripada Arduino.
13. Ulang langkah 6–12 untuk semua unit Arduino.

BAB 02B

LEMBARAN TAMBAHAN

Menyediakan sensor gas dan mengecas bateri.

Peralatan yang diperlukan:

Komputer dengan port USB

USB Hub (Pilihan)

Arduino Uno yang telah diprogramkan

Perisai asas Grove untuk Arduino Uno

Kabel Grove Universal 4 Pin Buckled (20 cm)
– satu untuk setiap Arduino

Kabel USB Type A ke C – satu untuk setiap Arduino

Bateri Lithium Ion 3.7V 2000mAh – satu untuk setiap Arduino

Pengecas/Penggalak LiPo Rider Plus 5V/2.4A USB Jenis C
– satu untuk setiap Arduino

Kabel USB Jenis A ke B – satu untuk setiap Arduino

Cara menyediakan sensor gas dan mengecas bateri:

1. Pasangkan perisai asas pada Arduino.

2. Sambungkan sensor gas ke port I2C yang tersedia pada perisai asas menggunakan penyambung.

3. Sambungkan penggalak ke Arduino menggunakan kabel USB Jenis A ke B.

4. Sambungkan bateri ke penggalak.

5. Sambungkan penggalak ke USB Hub menggunakan kabel USB Jenis A ke C. Jika tidak menggunakan USB Hub, sambungkan kabel tersebut terus ke port USB pada komputer.

6. Tetapkan suis pada LiPo Booster ke posisi ON.

7. Ulang langkah 1–6 untuk semua kit.

8. Jika menggunakan USB Hub, sambungkannya ke port USB komputer untuk membekalkan kuasa.

9. Pastikan semua kit terus tersambung dan beroperasi sekurang-kurangnya 12 jam. Jika tiada USB Hub, anda boleh sambungkan sensor gas ke beberapa komputer untuk memastikan semuanya tersedia dalam tempoh tersebut.

10. Selepas 12 jam, tetapkan semua suis pada LiPo Booster ke OFF dan buka semula semua kit. Bateri kini telah dicas sepenuhnya dan sensor gas sedia untuk digunakan.

BAB 02C

LEMBARAN TAMBAHAN

Lembaran tambahan ini membantu anda memahami dan menyediakan peranti kualiti udara serta mengeksport data pada akhir pembelajaran.

Peranti ini mengukur zarah halus (PM2.5), zarah halus (PM10), jumlah sebatian organik meruap (TVOC), indeks kualiti udara (AQI), formaldehid (HCHO), suhu, dan kelembapan. Dalam sesi pembelajaran, pelajar akan bekerjasama dalam kumpulan untuk mengukur pencemaran zarah dan gas. Anda juga boleh menganalisis ukuran tambahan sebagai peluang pembelajaran lanjutan.

Untuk membiasakan diri dengan nama, punca dan penerangan mengenai pencemar udara, sila baca **Lembaran Kerja 01: Bahan Pencemar Udara dan punca-puncanya di halaman 49**.

Peralatan yang diperlukan:

Komputer dengan port USB Monitor kualiti udara

Kabel USB

Pilihan: Pek bateri dengan sambungan USB untuk mengecas peranti (jika komputer tidak tersedia)

Menyediakan monitor kualiti udara:

Biasakan diri dengan cara menggunakan peranti kualiti udara dengan merujuk pada panduan di sebelah kanan.

Pastikan semua monitor kualiti udara dicas sepenuhnya dengan menyambungkannya ke komputer atau pek bateri melalui USB. Pastikan setiap peranti mempunyai bateri yang mencukupi sebelum mengajar bab 02C.

Cara menggunakan monitor kualiti udara:

1. Hidupkan monitor kualiti udara dengan menekan butang kuasa selama 3 saat. Setelah dihidupkan, peranti akan dimulakan secara automatik dan terus ke paparan utama.

2. Untuk mengesan zarah halus, tekan butang 'PM2.5' sekali untuk memerhati keputusannya. Jika pelajar menekan butang PM2.5 berulang kali, peranti akan memaparkan keputusan dalam format graf. Untuk aktiviti ini, disarankan agar pelajar menggunakan skrin yang memaparkan kepekatan PM2.5, PM10, dan jumlah zarah, kerana mereka akan diminta untuk melukis Graf berdasarkan keputusan tersebut dalam pelajaran nanti. Harap maklum bahawa kiraan zarah ini adalah untuk rujukan sahaja dan bukan alat pengiraan profesional.

3. Untuk mengesan pencemaran gas, tekan butang 'HCHO' sekali untuk memerhati keputusan kepekatan pencemaran gas (TVOC). Pada skrin ini, pelajar juga akan memerhati indikator kualiti udara yang menunjukkan sama ada keadaan udara sihat atau tidak sihat. Seperti yang dinyatakan sebelum ini, disarankan agar pelajar menggunakan skrin yang memaparkan kepekatan TVOC, kerana mereka akan diminta untuk melukis graf berdasarkan keputusan mereka dalam pelajaran nanti untuk aktiviti ini.

4. Setelah butang PM2.5 dan HCHO dipilih, tekan butang 'pause/play' untuk menukar antara mod berjalan dan mod pegangan. Dalam mod berjalan, peranti akan memaparkan data yang dikesan pada masa itu. Dalam mod pegangan, peranti akan berhenti merekod dan mengemas kini data di skrin. Apabila pelajar tiba di setiap lokasi, mereka perlu berada dalam mod berjalan supaya monitor kualiti udara dapat memaparkan dan merekod data yang dikesan pada masa itu. Semasa pelajar bergerak ke lokasi baharu, tekan butang 'pause/play' untuk mengaktifkan mod pegangan agar peranti berhenti mengemas kini data di skrin.

5. Pembelajaran lanjutan: Untuk mengesan Indeks Kualiti Udara (AQI), tekan butang 'AQI' sekali untuk memerhati keputusan kepekatan AQI. Pada skrin ini, anda juga akan dapat memerhati suhu dan kelembapan.

Pelajar juga boleh mengesan formaldehid di setiap lokasi menggunakan monitor kualiti udara dengan menekan butang 'HCHO'.

BAB 02C

LEMBARAN TAMBAHAN

Perkara yang perlu dipertimbangkan:

Untuk mendapatkan bacaan yang lebih tepat di kawasan tertutup, pastikan ruang tersebut ditutup rapat selama 10 minit sebelum mengambil bacaan.

Jika bateri peranti hampir habis, cas segera untuk mengelakkan gangguan semasa penggunaan (peranti juga boleh dicas walaupun dalam keadaan dimatikan).

Bacaan mungkin lebih tinggi apabila peranti baru dihidupkan atau tidak digunakan dalam tempoh yang lama. Oleh itu, letakkan peranti di tempat yang mempunyai pengudaraan baik dan biarkan ia beroperasi selama kira-kira 30 minit sebelum melakukan pengukuran.

Jangan gunakan peranti dalam persekitaran dengan kepekatan formaldehid (HCHO) melebihi 1.0 gm/m^3 atau PM melebihi $500 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ untuk tempoh yang lama, kerana ini boleh merosakkan sensor dan menjejaskan fungsinya.

Elakkan daripada bersentuhan dengan pelarut organik seperti gel silika, pelekat, cat, ubat-ubatan, minyak, dan gas berkepadatan tinggi.

Jangan menutup saluran masuk atau keluar udara pada peranti.

Berhati-hati dengan kemungkinan gangguan bacaan akibat kehadiran etanol, benzena, amonia dan bahan kimia lain.

Cara Mengeksport Data daripada pemantau kualiti udara:

1. Sambungkan peranti ke komputer menggunakan kabel USB.

2. Tekan dan tahan butang 'pause/play', kemudian pilih "Data Export" pada peranti.

3. Jika sambungan berjaya, skrin peranti akan memaparkan 'USB connection successful'.

4. Setelah berjaya disambungkan, cari pemacu bernama "TEMTOP" pada komputer anda. Pemacu ini mengandungi folder bernama 'HISTORY'.

5. Pilih folder tersebut dan buka fail hamparan (format CSV) yang mengandungi maklumat seperti tarikh, PM2.5, PM10, zarah, AQI, HCHO, TVOC, suhu, kelembapan dan lain-lain. Simpan fail spreadsheet ke dalam komputer anda.

6. Tambahkan satu lajur ke dalam fail spreadsheet dan taipkan lokasi bagi setiap bacaan yang direkodkan. Simpan semula fail ke komputer anda.

7. Ulang langkah 1-6 untuk setiap peranti yang digunakan dalam pembelajaran sehingga semua data berjaya dieksport ke komputer anda.

8. Setelah semua fail spreadsheet daripada setiap peranti telah dikumpulkan, kongsi hasilnya dengan James Dyson Foundation melalui e-mel di info@jamesdysonfoundation.com.

Sila ambil perhatian: Jika anda tidak dapat mengeksport data, kumpulkan lembaran kerja setiap kumpulan yang mengandungi bacaan kualiti udara di setiap lokasi. Gunakan lembaran kerja ini untuk memasukkan data secara manual ke dalam templat spreadsheet yang disediakan oleh James Dyson Foundation.

BAB 03

LEMBARAN TAMBAHAN

Gunakan lembaran tambahan ini sebagai panduan untuk membantu kelas menggunakan **Lembaran Kerja 06: Reka bentuk penapis**.

Soalan		Sumber untuk guru
2a	Apakah yang anda perhatikan tentang saiz kedua-dua kepingan kertas yang telah dilipat berbanding dengan kertas rata?	Pelajar harus memberi komen mengenai perbezaan ketinggian dan panjang kertas serta bagaimana ia mempengaruhi ruang yang digunakan.
2b	Apa yang berlaku pada luas permukaan?	Luas permukaan tidak berubah. Untuk menjelaskannya dengan lebih jelas, minta pelajar membuka semula setiap helaian kertas sehingga kembali ke saiz asal A4.
2c	Mengapa ini penting?	Dalam reka bentuk penapis, jurutera perlu menyesuaikan bilangan, jarak, dan kedalaman lipatan supaya penapis muat dalam ruang yang tersedia. Jika penapis dibiarkan rata, saiz mesin akan menjadi terlalu besar. Sebaliknya, penapis berlipat memerlukan lebih banyak kedalaman tetapi boleh membantu mengecilkan dimensi keseluruhan. Pasukan penapis juga bekerjasama rapat dengan jurutera motor, elektronik dan reka bentuk untuk memastikan semua komponen disusun dengan cekap lalu menghasilkan mesin yang bukan sahaja berfungsi dengan baik tetapi juga estetik. Perlu diingat: Menambah luas permukaan penapis juga dapat mengurangkan penurunan tekanan dan kelajuan udara yang melaluinya. Anda boleh menjelaskan perkara ini dengan lebih lanjut jika bersesuaian.
3c	Mengapa jurutera ingin memaksimumkan luas permukaan penapis yang direka?	Udara disedut ke dalam penapis udara, melalui penapis, dan kemudian ditolak kembali ke dalam ruang oleh motor. Menyedut udara melalui penapis memerlukan tenaga dan apabila penapis dipenuhi zarah, lebih banyak tenaga diperlukan untuk mengekalkan aliran udara yang sama. Keadaan ini boleh meningkatkan bunyi motor serta penggunaan tenaga. Dengan memaksimumkan luas permukaan dalam penapis, zarah yang menembusi setiap lapisan penapisan dapat dikurangkan. Ini bukan sahaja membantu mengurangkan penggunaan tenaga dan bunyi, tetapi juga memastikan udara yang lebih bersih dilepaskan ke dalam ruang serta memanjangkan jangka hayat motor dan penapis.
3d	Apakah batasan lain, selain ruang, yang boleh mempengaruhi luas permukaan maksimum penapis?	Jarak lipatan yang lebih rapat dapat meningkatkan luas permukaan penapisan. Namun begitu, media penapisan mempunyai kos yang tinggi. Oleh itu, jurutera perlu mengimbangi prestasi dan kos untuk memastikan mesin yang dihasilkan berfungsi dengan baik serta kekal berdaya saing di pasaran.