

KAJIAN PENCEMARAN DAN INVENTORI PELEPASAN UNTUK
PERUMAHAN DI KAWASAN MAJLIS PERBANDARAN MELAKA BERSEJARAH
(MBMB)

NAZRUL FAIZ BIN YAHAYA

UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA

NAZRUL FAIZ B YAHAYA IJAZAH SARI, MUDA KEJ. MEKANIKAL (LOGI & PENYELENGGARAAN) 2015 UTeM

PENGAKUAN PENYELIA

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Loji & Penyelenggaraan).”

Tandatangan :
Penyelia :
Tarikh :

**KAJIAN PENCEMARAN DAN INVENTORI PELEPASAN UNTUK
PERUMAHAN DI KAWASAN MAJLIS PERBANDARAN MELAKA
BERSEJARAH (MBMB)**

NAZRUL FAIZ BIN YAHAYA

**Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi syarat penganugerahan Ijazah
Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Loji & Penyelenggaraan) dengan
Kepujian**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

JUNE 2015

PENAKUAN

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan :

Penulis :

Tarikh :

Khas buat
Keluarga yang tercinta

PENGHARGAAN

Pertama sekali, segala pujian dan rasa bersyukur kerana saya berjaya dapat menyiapkan projek akhir tahun dengan jayanya. Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua organisasi atau individu yang telah membantu saya dalam menyelesaikan projek akhir tahun saya di Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM). Selain itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada penyelia saya Dr. Tee Boon atas usaha beliau yang menyelia dan bekerjasama membantu memberikan segala tunjuk ajar. Segala ilmu dan panduan yang telah diberikan adalah benar-benar dihargai. Saya ingin memberi penghargaan saya kepada ibu bapa dan keluarga yang menyokong saya sepanjang masa dengan kasih sayang dan prihatin mereka. Tidak lupa juga penghargaan saya kepada pihak Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM) dan Jabatan Alam Sekitar Melaka kerana membantu untuk menjayakan kajian ini Akhir sekali, apa yang ingin saya katakan adalah ribuan terima kasih kepada rakan-rakan yang telah memberi sokongan, persefahaman, motivasi, kesabaran, dan kerjasama yang baik dalam menyiapkan laporan ini.

ABSTRACT

The purpose of this project is to review the level of pollution in terms of area source which focused on a residential area in the (MBMB) region. This study is also aim to develop emission inventory for pollutants and carbon footprint from gas cooking activities originated residential from the area. The study is carried out in Melaka City Area, Cheng, Bukit Katil and Peringgitby conducting a survey and interview session for the household. Data from the survey is analyzed and the total emission rate that produced in the area is calculated. NO_x gases are higher than other pollutants. The total emission rate for the City Area is the highest compared to other area in MBMB region the six major of emission inventory gases. The total emission rate MBMB region are 41.17, 20.99, 1.534, 0.242 and 0.969 ton per year for NO_x, CO, NMVOC, SO₂, and PM₁₀. Then, for the carbon footprint CO₂ gas is 50,932.64 ton/year. From the data, it will help the MBMB to make focusing for the critical area that produced high emission rate. Therefore, the strategy that can be reduced by implementing proper usage and awareness.

ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji pencemaran dan inventori pelepasan dari aspek punca kawasan (area source) yang tertumpu di perumahan dalam kawasan MBMB. Kajian ini juga akan membangunkan inventori pelepasan bahan pencemar yang berpunca dari aktiviti memasak dan akan membangunkan jejak pancaran dari aktiviti memasak di kawasan perumahan tempat kajian. Kajian ini dijalankan di kawasan bandar Melaka, Cheng, Bukit Katil dan Peringgit dengan menggunakan kaedah soal selidik dan temubual terhadap penghuni rumah. Jumlah kadar pelepasan yang terhasil di kawasan kajian dianalisis berdasar data yang diperolehi daripada soal selidik. Jenis gas NO_x adalah paling tinggi berbanding gas pencemar yang lain. Kadar pelepasan di kawasan Bandar Melaka adalah paling tinggi berbanding kawasan MBMB yang lain. Jumlah keseluruhan anggaran kadar pelepasan di seluruh kawasan MBMB ialah 41.17, 20.99, 1.534, 0.242 dan 0.969 tan/tahun bagi gas NO_x , CO, NMVOC, SO_2 , dan PM_{10} . Bagi jumlah jejak pancaran CO_2 pula ialah 50,932.64 tan/tahun. Melalui data ini, ia dapat membantu MBMB lebih menfokuskan kawasan kritikal yang menghasilkan kadar pelepasan yang tinggi. Oleh itu, strategi yang boleh diambil kira dengan melaksanakan kempen kesedaran dan penggunaan bahan bakar yang bijak.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN PENYELIA	
	TAJUK PROJEK	i
	PENGAKUAN	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRACT	iv
	ABSTRAK	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xi
	SENARAI LAMPIRAN	xiii
BAB 1	Pengenalan	1
	1.1 LATAR BELAKANG	1
	1.2 PERNYATAAN MASALAH	2
	1.3 OBJEKTIF	3
	1.4 SKOP KAJIAN	3
	1.5 KEPENTINGAN KAJIAN	3
	1.6 JANGKAAN HASIL KAJIAN	4
BAB 2	TEORI	5
	2.1 PELEPASAN INVENTORI	5
	2.2 JENIS-JENIS GAS PELEPASAN	6
	2.2.1 Karbon Monoksida (CO)	7
	2.2.2 Nitrogen Oksida (NO _x)	7
	2.2.3 Sulfur Dioksida (SO ₂)	8
	2.2.4 Zarah Terapai (PM ₁₀ Dan PM _{2.5})	8

2.2.5	Sebatian Organik yang Tidak Menentu (VOCs)	9
2.2.6	Hidrokarbon (Hc)	9
2.3	PUNCA PELEPASAN	9
2.4	KATEGORI SUMBER PELEPASAN	10
2.4.1	Punca Kawasan 'Area Sources'	11
2.4.2	Punca Titik 'Point Sources'	12
2.4.3	Punca Bergerak 'Mobile Sources'	12
2.5	JEJAK PANCARAN KARBON	13
2.6	FORMULA DAN PERSAMAAN PELEPASAN INVENTORI	13
BAB 3	KAJIAN ILMIAH	14
3.1	KAJIAN PEMCEMAR UTAMA INVENTORI PELEPASAN DI NAKHON RATCHASIMA MUNICIPALITY (NRM) OLEH UNIVERSITI SURANAREE (2012)	15
3.1.1	Kaedah Kajian	15
3.1.2	Hasil Kajian	16
3.1.3	Kesimpulan	17
3.2	KAJIAN INVENTORI PELEPASAN ATMOSFERA DI CHIANG MAI MUNICIPALITY (CMM) OLEH KHAJORNSAK SOPAJAREE (2011)	17
3.2.1	Kaedah Kajian	17
3.2.2	Hasil Kajian	18
3.2.3	Kesimpulan	18
3.3	KAJIAN BAGI CIRI-CIRI PELEPASAN DAPUR RUMAH OLEH HARYANTO DAN TRIYONO (2012)	19
3.3.1	Kaedah Kajian	19
3.3.2	Hasil Kajian	20
3.3.3	Kesimpulan	24
3.4	KAJIAN OLEH MACCARTY DLL (2008)	25
3.4.1	Kaedah Kajian	25
3.4.2	Hasil Kajian	28
3.4.3	Kesimpulan	29

3.5	RINGKASAN KAJIAN TERDAHULU	30
BAB 4	METODOLOGI	31
4.1	PENDAHULUAN	31
4.2	KAWASAN KAJIAN YANG DIPILIH	32
4.3	PENGAMBILAN DATA	33
4.4	TEKNIK DAN PERSAMAAN PELEPASAN INVENTORI	33
4.5	ANGGARAN KADAR PELEPASAN	35
4.6	KESIMPULAN	36
BAB 5	KEPUTUSAN DAN ANALISIS	37
5.1	Pengenalan	37
5.2	PENGUMPULAN DATA	38
5.2.1	Anggaran penggunaan bahan bakar LPG	39
5.3	KADAR PELEPASAN	41
5.3.1	Perbandingan jumlah kadar pelepasan di kawasan yang dikaji	44
5.4	JEJAK PANCARAN KARBON ATAU 'CARBON FOOTPRINT'	46
5.4.1	Jangkaan anggaran CO ₂ untuk kawasan MBMB yang lain	47
5.5	JANGKAAN ANGGARAN KADAR PELEPASAN UNTUK KAWASAN LAIN	49
5.6	MENGANALISIS KADAR PELEPASAN MENGUNAKAN MAPINFO DI KAWASAN MBMB	51
BAB 6	KESIMPULAN	54
6.1	KESIMPULAN	54
6.2	CADANGAN	55
	RUJUKAN	57
	LAMPIRAN	59

SENARAI JADUAL

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Jenis dan sumber bagi bahan pencemar utama	6
3.1	Pelepasan anggaran dari kawasan-kawasan kediaman CMM	18
3.2	Ringkasan kajian terdahulu	30
5.1	Pemilihan kawasan mengikut kepadatan penduduk di kawasan MBMB	38
5.2	Bilangan responden yang terlibat dalam soal selidik	39
5.3	Anggaran penggunaan bahan bakar oleh penduduk taman perumahan dalam kawasan MBMB	40
5.4	Nilai bagi jenis-jenis gas faktor pelepasan yang digunakan oleh penduduk taman perumahan di kawasan MBMB	42
5.5	Anggaran Kadar Pelepasan Dari Kawasan Perumahan MBMB	43
5.6	Anggaran Kadar Pelepasan Karbon Dari Kawasan Perumahan MBMB	46

SENARAI RAJAH

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Aktiviti memasak menggunakan dapur gas	2
2.1	Jenis-jenis sumber pengeluaran yang terdapat di dalam inventori pelepasan	11
3.1	Masyarakat di NRM (nombor dan warna yang ditunjukkan setiap komuniti), warna hijau yang terang adalah kawasan perniagaan	15
3.2	Ruang untuk menguji pelepasan pada dapur	20
3.3	Pelepasan CO dari lima jenis dapur	21
3.4	Pelepasan NO _x dari lima jenis dapur	22
3.5	Pelepasan SO ₂ dari lima jenis dapur	23
3.6	Pelepasan zarah dari lima jenis dapur	24
3.7	Tiga jenis dapur masak yang telah diubah suai	26
3.8	Tiga jenis dapur masak tradisional	26
3.9	Aktiviti mengukur pencemaran udara dalaman	27
3.10	Perbezaan jumlah pelepasan PM	28
3.11	Perbezaan jumlah pelepasan CO	29
4.1	Carta aliran kaedah kajian	32
4.2	Peta kawasan MBMB, Melaka	33
5.1	Peraturan penggunaan bahan bakar LPG	40
5.2	Peraturan bahan bakar LPG	41
5.3	Peraturan kadar gas pelepasan di kawasan kajian	43
5.4	Perbandingan jumlah anggaran kadar pelepasan antara gas-gas yang terhasil	44

5.5	Perbandingan perbezaan kadar pelepasan antara kawasan-kawasan kajian	45
5.6	Anggaran kadar pelepasan karbon dari kawasan kajian	47
5.7	Jangkaan anggaran kadar pelepasan untuk kawasan MBMB yang lain	48
5.8	Jangkaan anggaran kadar pelepasan untuk kawasan lain di MBMB	50
5.9	Gambaran kadar pelepasan yang terhasil di kawasan perumahan sekitar MBMB	52
6.1	Alat pengukuran Gasmeter DX-4040 dan GRIMM-EDM164	56

SENARAI LAMPIRAN

BIL.	TAJUK	MUKA SURAT
A	Borang soal selidik	60
B	Carta Gantt PSM 1	62
C	Carta Gantt PSM 2	63
D	Rajah skematik untuk bahan bakar LPG (GJ/tahun)	64
E	Jadual CORINAIR 2013 Tier 1	65
F	Jadual jumlah penduduk dan taman mengikut mukim di kawasan MBMB	66
G	Jadual jumlah kadar pelepasan di kawasan MBMB	67
H	Gambaran kadar pelepasan yang terhasil di kawasan perumahan sekitar MBMB menggunakan Mapinfo	68

BAB 1

PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sejak kebelakangan ini, pelepasan bahan pencemar telah meningkat dengan mendadak di persekitaran bumi. Kenaikan pelepasan ini terhadap atmosfera telah mendatangkan kesan yang buruk kepada ekologi haiwan, tumbuhan dan kesihatan manusia. Hal yang demikian berlaku disebabkan oleh peredaran zaman yang lebih moden dan membangun. Justeru, ia secara tidak langsung meningkatkan keperluan asas manusia seperti kawasan perumahan, pengangkutan dan perindustrian. Secara umumnya, pelepasan oksida nitrogen adalah merujuk kepada NO_x (oksida nitrogen) yang komponen di dalamnya terdiri daripada NO (nitrik oksida), NO_2 (oksida nitrogen) dan N_2O (nitrus oksida).

Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan pencemaran. Pencemaran udara berlaku apabila wujudnya elemen bahan-bahan pencemar yang boleh memberi kesan negatif terhadap kehidupan dan alam sekitar. Pembakaran yang menggunakan bahan api seperti petrol, arang batu, minyak tanah, minyak diesel dan LPG adalah salah satu faktor penyumbang kepada pencemaran udara. Ia telah menghasilkan sejumlah besar kuantiti gas sulfur dioksida SO_2 , karbon monoksida CO , hidrokarbon HC , nitrogen dioksida NO_x dan bahan-bahan partikel halus ke dalam atmosfera.

1.2 PERNYATAAN MASALAH

Memasak merupakan aktiviti rutin yang dilakukan di rumah seperti rajah 1. Pelepasan dari dapur gas mengandungi karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO_2) dan mono-nitrogen oksida (NO_x). Aktiviti tersebut merupakan salah satu faktor yang menyumbang kepada pencemaran yang memberi kesan kepada kesihatan manusia. Tujuan projek ini adalah untuk mengkaji tahap pencemaran melalui aktiviti memasak di kawasan perumahan. Skop kawasan yang dipilih ialah di daerah MBMB, Melaka. Justeru, daripada objektif kajian ini, ia dapat meningkatkan lagi tahap kesedaran masyarakat terhadap pencemaran dan inventori pelepasan yang berlaku dari aktiviti memasak menggunakan dapur gas rumah.



Rajah 1.1: Aktiviti memasak menggunakan dapur gas
(Sumber: Wendee Nicole, 2013)

1.3 OBJEKTIF

Objektif ini adalah seperti berikut:-

1. Mengkaji tahap pencemaran dari aspek punca kawasan (area source) yang tertumpu pada kawasan perumahan dalam daerah MBMB.
2. Membangunkan inventori pelepasan bahan pencemar yang berpunca dari aktiviti memasak.
3. Membangunkan jejak pancaran dari aktiviti memasak di rumah.

1.4 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah:-

1. Kajian ini hanya tertumpu di kawasan daerah MBMB Melaka.
2. Mengenalpasti jenis-jenis sumber yang wujud dalam inventori pelepasan.
3. Kajian ini hanya tertumpu pada aktiviti pembakaran dari memasak sahaja.
4. Memasukkan data-data inventori pelepasan ke dalam pengkalan data.
5. Merujuk kepada punca pelepasan yang berpandukan kepada buku panduan CORINAIR dan EPA AP-42.

1.5 KEPENTINGAN KAJIAN

Kini, kawalan terhadap pelepasan bahan pencemar telah menjadi sangat penting kerana kesan-kesan buruk terhadap kesihatan manusia dan alam sekitar. Pembangunan yang pesat dalam kawasan perumahan telah menjadi penyebab utama pertambahan kepekatan pelepasan inventori terhadap atmosfera melalui aktiviti

memasak seharian. Kesemua proses-proses pembakaran menyumbang kepada pelepasan inventori. Justeru, kajian ini sangat penting kerana ia akan mengkaji tahap pencemaran di kawasan kajian ini iaitu di kawasan perumahan dalam daerah MBMB. Kemudian, hasil data yang diperolehi akan meningkatkan lagi tahap kesedaran orang awam terhadap pelepasan inventori yang mereka lakukan setiap hari tanpa mereka sedar.

Selain itu, kajian ini juga dapat membangunkan inventori pelepasan bahan pencemaran yang berpunca dari aktiviti memasak. Secara umumnya terdapat empat bahan cemar utama yang terhasil daripada proses pembakaran. Bahan cemar tersebut adalah karbon monoksida (CO), hidrokarbon tak terbakar (UHC) dan akhir sekali oksida nitrogen (NO_x). Sulfur dioksida (SO₂) sebagai hasil pembakaran jika bahan api yang digunakan mengandungi unsur sulfur. Kepentingan kajian ini juga dapat membangunkan jejak pancaran dari aktiviti memasak. Jejak pancaran adalah pelepasan gas rumah hijau yang dihasilkan oleh tumbuhan, penternakan, penternakan, pemprosesan, pengangkutan, penyimpanan, memasak dan melupuskan makanan yang anda makan.

1.6 JANGKAAN HASIL KAJIAN

Melalui kajian ini, jangkaan yang boleh dianggarkan daripada kajian ini ialah mencapai semua objektif kajian ini. Jangkaan yang boleh dianggarkan ialah dapat mengetahui tahap pencemaran dari aspek punca kawasan (area source) yang tertumpu pada kawasan perumahan dalam daerah Majlis Perbandaran Melaka Bersejarah (MBMB). Selain itu, melalui kajian ini juga, ia akan dapat membangunkan inventori pelepasan bahan pencemar yang berpunca dari aktiviti memasak di kawasan kajian tersebut. Jangkaan yang terakhir ialah dapat membangunkan jejak pancaran karbon dari aktiviti memasak di rumah.

BAB 2

TEORI

2.1 PELEPASAN INVENTORI

Pelepasan inventori ialah senarai komprehensif bahan pencemar daripada sumber-sumber di kawasan geografi yang menyumbang kepada persekitaran. Jadual-jadual pelepasan inventori tidak hanya berguna untuk mengawal agensi-agensi, tetapi ianya juga perlu untuk perancangan dan sumber-sumber zon. Di samping itu, ia boleh digunakan untuk mengenalpasti punca-punca utama sumbangan. Strategi kawalan boleh dibangunkan untuk pengurangan ketara pencemaran di kawasan-kawasan tertentu. Pelepasan inventori adalah satu alat yang penting untuk memahami kualiti udara dari tempatan untuk skala serantau, dan global.

Aktiviti-aktiviti seperti pembinaan bangunan, loji kuasa, kereta dan perumahan boleh menghasilkan pelepasan udara yang akan membawa kepada masalah alam sekitar seperti perubahan iklim, penipisan ozon, kadar kualiti udara yang selamat digunakan berkurang dan pengasidan dan eutrofikasi (Zhang, 2013).

2.2 JENIS-JENIS GAS PELEPASAN

Kebanyakan gas yang dilepaskan ke atmosfera boleh dikategorikan sebagai berpotensi menyumbang pencemaran udara. Gas tersebut boleh menyebabkan kesan-kesan kesihatan yang serius dan juga akan memberi kesan persekitaran alam sekitar.

Jadual 2.1: Jenis dan sumber bagi bahan pencemar utama
(Sumber: European Lung Foundation, 2011)

BAHAN PENCEMAR	TERHASIL DISEBABKAN
Karbon monoksida (CO)	<ul style="list-style-type: none"> i. Pembakaran oksigen, ii. Pembakaran kayu, iii. Arang, iv. minyak (juga daripada kereta).
Nitrogen oksida(NO _x) , nitrogen dioksida(NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> i. Pembakaran minyak dalam kereta ii. Pembakaran dalam proses industri.
Sulfur oksida(SO _x) , sulfur dioksida(SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> i. Pembakaran dari bahan bakar minyak ii. Pembakaran arang.
Karbon dioksida (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> i. Aktiviti gunung berapi ii. Kolam air panas, iii. Proses pembakaran kereta iv. Loji kuasa.
Zarah terampai (PM)	<ul style="list-style-type: none"> i. pembakaran bahan api fosil.
Sebatian organik meruap (VOC)	Bahan sejatan daripada:- <ul style="list-style-type: none"> i. Ekzos kenderaan, ii. Proses pembersih, iii. Pelembut kain.

2.2.1 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida ditemui dalam produk pembakaran gas daripada semua bahan api berkarbon, ia bertindak sebagai produk perantaraan dalam proses pembakaran dan khususnya bagi syarat-syarat under-stoikiometri. CO adalah paling penting produk perantaraan penukaran bahan api untuk CO₂; Ia teroksida kepada CO₂ di bawah ketersediaan oksigen dan suhu yang sesuai. Kemudian CO boleh dipertimbangkan sebagai petunjuk kualiti pembakaran. Tahap pelepasan adalah fungsi nisbah udara berlebihan serta semasa pembakaran suhu dan tempat tinggal semasa pembakaran bahan di zon tindak balas. Oleh itu, pembakaran kecil pemasangan dengan pemakanan automatik (dan mungkin oksigen 'lambda' sensor) menawarkan keadaan yang menggalakkan untuk mencapai lebih rendah pelepasan CO.

2.2.2 Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) berlaku disebabkan oleh proses pembakaran bersuhu tinggi di antara nitrogen dan oksigen. Oksida nitrogen juga dihasilkan daripada proses semulajadi seperti tindakan bakteria dalam tanah, kilat dan letupan gunung berapi. Nitrogen oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂) merupakan oksida nitrogen utama yang menyebabkan kesan buruk terhadap haiwan dan tumbuhan. NO merupakan gas yang tidak berwarna, berwarna biru gelap dalam keadaan cecair dan ia putih kebiruan apabila berbentuk pepejal. Sebatian ini adalah paramagnetik dan mempunyai bilangan elektron yang ganjil. NO boleh membahayakan kesihatan tetapi kesannya kurang jika dibandingkan dengan NO₂. NO₂ merupakan sejenis gas berwarna perang kemerahan yang berbau. Anggapan dibuat bahawa NO₂ dihasilkan daripada pengoksidaan lanjutan NO_x.

2.2.3 Sulfur Dioksida (SO₂)

Sulfur dioksida (SO₂) merupakan sejenis gas tidak berwarna yang terbentuk akibat pembakaran bahan api fosil di stesen janakuasa. SO₂ bertindak balas terhadap zarah-zarah pepejal yang hancur dalam kandungan air dan dioksidakan di antara titisan air yang berterbangan menghasilkan asid sulfurik, H₂SO₄ yang menyebabkan fenomena hujan asid. Akibat pembakaran antara sulfur dan bahan api fosil, pengoksidaan yang berlaku menyebabkan kewujudan emisi. Sekiranya tiada pengurangan pelepasan, pelepasan SO₂ adalah bergantung kepada kandungan sulfur bahan api. Teknologi pembakaran boleh mempengaruhi pengeluaran SO₂ dengan lebih tinggi sulfur pengekalan dalam asap daripada yang biasa dikaitkan dengan loji pembakaran yang lebih besar.

2.2.4 Zarah Terapai atau Partikulat (PM₁₀ dan PM_{2.5})

Pencemar udara yang dipanggil partikulat termasuk habuk, kotoran, titisan cecair dan asap yang terus dilepaskan ke udara oleh sumber-sumber seperti kilang-kilang, loji kuasa, Kereta, aktiviti pembinaan, kebakaran dan habuk yang semulajadi. Zarah-zarah yang terbentuk di persekitaran oleh transformasi gas dikeluarkan seperti SO₂ dan mudah meruap juga dianggap zarah terapai. Beberapa masalah kesihatan termasuk kesan-kesan tanda-tanda pernafasan dan respiratori, gangguan penyakit kardiovaskular dan pernafasan sedia ada, perubahan dalam sistem pertahanan badan terhadap bahan-bahan asing, kerosakan tisu paru-paru, carcinogenesis dan kematian awal. Golongan utama penduduk yang muncul paling sensitif kepada kesan partikulat termasuk individu yang mempunyai penyakit kronik sekatan pulmonari atau kardiovaskular atau influenza, pesakit asma, warga emas dan kanak-kanak.