

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Udara terdiri dari campuran berbagai macam gas dan didominasi oleh gas nitrogen (N). Campuran gas dan zat tersebut secara alamiah masuk ke dalam udara melalui proses seperti gas hasil pembusukan, debu akibat erosi, dan serbuk tepung sari yang terbawa angin. Pengertian pencemaran udara sendiri menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya. Berbeda dengan proses alamiah, kegiatan manusia yang menghasilkan zat berlebih kemudian masuk ke dalam udara mengakibatkan beban berat sehingga udara tidak dapat memenuhi fungsinya lagi.

Sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dalam pencemaran udara. Di kota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%, sementara kontribusi gas buang dari cerobong asap industri hanya berkisar 10-15%, dan sisanya berasal dari sumber pembakaran lain seperti rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lain-lain (BPLH DKI Jakarta, 2013).

2.2 Timbal (Pb)

2.2.1 Karakteristik Timbal (Pb)

Timah hitam atau lebih sering disebut timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam-logam golongan IV–A pada tabel periodik unsur kimia. Timbal (Pb) mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat (BA) 207,2. Pada suhu 550- 600°C, timbal (Pb) dapat menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida (PbO). Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II). Walaupun bersifat lunak

dan lentur, timbal (Pb) memiliki sifat yang sangat rapuh dan dapat mengkerut pada pendinginan, serta sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Namun timbal (Pb) dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 1994). Timbal (Pb) dapat menguap dan membentuk oksigen dalam udara membentuk timbal oksida, terdapat 3 (tiga) jenis oksida timbal yaitu PbO-kuning, PbO₂-coklat, dan Pb₃O₄-merah (Sugiyarto,2001). Sifat fisika dari logam berat timbal (Pb) dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Sifat-sifat fisika timbal (Pb)

Sifat Fisika Timbal (Pb)	Keterangan
Nomor atom	82
Densitas (g/cm ³)	11,34
Titik lebur (°C)	327,46
Titik didih (°C)	1.749
Kalor peleburan (kJ/mol)	4,77
Kalor penguapan (kJ/mol)	179,5
Kapasitas pada 25°C (J/mol.K)	26,65
Konduktifitas termal pada 300K (W/mK)	35,5
Ekspansi termal 25°C (µm/mK)	28,9
Kekerasan (skala Brinell = Mpa)	38,6

Sumber : Sugiyarto, 2001

2.2.3 Penggunaan Timbal (Pb) dalam Kehidupan

Menurut Komisi Pemberantasan Bensin Bertimbal, timbal (Pb) di alam dapat berupa dalam 2 (dua) bentuk yaitu inorganik dan organik. Timbal di alam 95% bersifat inorganik yang umumnya kurang larut dalam air dan sisanya berbentuk timbal organik yang memiliki sifat hampir tidak larut dalam air namun dapat dengan mudah larut dalam pelarut organik misalnya lipid. Dalam bentuk inorganik timbal (Pb) dapat digunakan untuk industri baterai, cat, percetakan, gelas, polivinyl, plastik, pelapis kabel dan mainan anak-anak. Beberapa industri tersebut menggunakan timbal (Pb) sebagai bahan baku industri, seperti PbO, Pb₃O₄ pada industri baterai, Pb₃O₄ pada industri cat, PbO pada industri karet, Pb sulfat pada industri cat, Pb arsenat pada insektisida dan Pb naftenat sebagai pengering pada industri kain katun, cat, tinta, cat rambut, insektisida, amunisi dan

kosmetik. Timbal (Pb) digunakan pula sebagai zat warna yaitu Pb karbonat dan Pb sulfat sebagai zat warna putih dan Pb kromat sebagai krom kuning, krom jingga, krom merah dan krom hijau (Palar, 1994).

Sedangkan dalam bentuk organik, timbal (Pb) dipakai untuk industri perminyakan. Timbal dalam bentuk organik adalah timbal yang berikatan dengan senyawa kimia yang molekulnya mengandung ikatan karbon-hidrogen. Alkil timbal *tetra etil lead* (TEL) yang memiliki rumus kimia $Pb(C_2H_5)_4$, digunakan sebagai campuran bahan bakar bensin. Penggunaan timbal (Pb) di industri dan penambangan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penambangan, peleburan, pembersih, dan berbagai industri.

2.2.4 Transportasi dan Transformasi Timbal (Pb)

Secara alamiah, timbal (Pb) dapat berada di perairan akibat dari pengkristalan timbal (Pb) di udara dengan bantuan air hujan dan proses korosifikasi batuan material akibat hempasan gelombang atau angin (Palar, 1994). Timbal (Pb) yang berada di alam juga dapat disebabkan oleh aktifitas manusia. Berdasarkan penggunaan timbal (Pb) yang telah disebutkan diatas, berikut penjelasan mengenai reaksi yang terjadi dari beberapa sumber timbal (Pb) sehingga mengakibatkan timbal (Pb) dapat berada di alam dan menjadi polutan berbahaya.

a) Timbal (Pb) sebagai bahan aditif pada bensin

Timbal (Pb) ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk (*anti-knock*) pada mesin-mesin kendaraan. Komponen-komponen timbal (Pb) yang mengandung halogen terbentuk selama pembakaran bensin karena mengandung *scavenger* kimia. Bahan anti ketuk (*anti-knock*) yang aktif terdiri dari tetraetil-Pb atau $Pb(C_2H_5)_4$, tetrametil-Pb atau $Pb(CH_3)_4$, atau kombinasi keduanya (Ardyanto, 2005). Timbal (Pb) yang terkandung dalam emisi kendaraan bermotor merupakan hasil samping dari pembakaran senyawa tetraetil-Pb. Timbal (Pb) yang dikeluarkan oleh emisi kendaraan bermotor berukuran antara 0,08-1,0 $\mu g/Nm^3$ dengan masa tinggal di udara selama 4-40 hari. Masa tinggal yang

lama ini menyebabkan partikel timbal dapat disebarkan angin hingga mencapai jarak 100-1000 km dari sumbernya (Saeni, 1989).

b) Penggunaan pipa air berbahan timbal (Pb)

Penggunaan pipa air berbahan timbal tidak berbahaya apabila mengalirkan air murni atau alami, namun akan berbahaya bila mengalirkan air sadah. Air sadah mengandung ion-ion karbonat (CO_3^{2-}) dan sulfat (SO_4^{2-}) yang bereaksi dengan timbal (Pb) dan membentuk lapisan pelindung yang tidak larut dalam air yaitu PbCO_3 dan PbSO_4 (Purnomo, 2007).

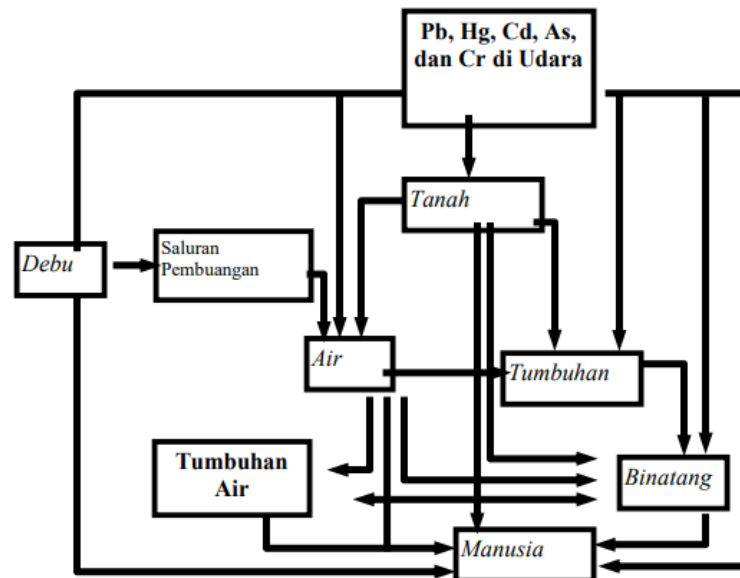
c) Industri keramik

Komponen timbal yaitu PbO ditambahkan ke dalam *glaze* untuk membentuk sifat mengkilap yang tidak dapat dibentuk oleh oksida lainnya. Hal ini dapat membahayakan apabila *glaze* keramik digunakan sebagai wadah minuman berasam tinggi seperti sari buah apel dan jeruk dapat melarutkan *glaze* dan membebaskan timbal (Pb) ke dalam minuman.

Organisme pertama yang terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh ditanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi yaitu manusia. Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1989).

Berdasarkan gambar siklus logam berat yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1**, dapat diketahui bahwa sumber utama kontaminan logam berat sesungguhnya berasal dari udara dan air yang mencemari tanah. Selanjutnya semua tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam tersebut pada semua bagian (akar, batang, daun, buah). Hewan ternak akan memakan logam-logam berat yang terkandung pada tanaman kemudian terakumulasi pada dagingnya. Lalu manusia yang termasuk kelompok omnivora, akan tercemar logam tersebut dari empat unsur utama, yaitu udara yang di hirup

saat bernafas, air minum, tanaman (sayuran dan buah-buahan), serta ternak (berupa daging, telur, dan susu).



Gambar 2.1 Kontribusi logam berat timah hitam (Pb), merkuri (Hg) dan kadmium (Cd), Arsenic (As), dan Cromium (Cr) pada *intake* manusia (Sudarmaji, 2006)

Logam (Pb) dapat masuk ke perairan melalui pengkristalan timbal (Pb) di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu, proses korofikasi dari batuan mineral juga merupakan salah satu jalur masuknya sumber timbal (Pb) ke perairan. Di perairan, timbal ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal dalam air relatif sedikit. (Palar, 1994).

2.2.5 Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan Manusia

Masuknya timbal ke dalam tubuh akan mempengaruhi kesehatan dan fungsi kemampuan darah untuk membentuk hemoglobin, gangguan sistem syaraf, anemia, serta terjadinya kerusakan pada hepar dan ginjal (Ardyanto, 2005). Timbal yang masuk kedalam tubuh manusia dapat menyebabkan mutasi dan terurai dalam jangka waktu lama dengan toksisitas yang tidak berubah. Masuknya timbal (Pb) kedalam tubuh manusia dapat melalui makanan (oral) ataupun udara (inhalasi). Timbal dalam tubuh manusia yang paling berbahaya adalah toksisitas timbal yang disebabkan oleh gangguan absorbs kalsium yang dapat menyebabkan terjadinya deposit timbal dari tulang (Darmono, 2001).

Menurut Darmono (2001) timbal adalah logam toksik yang bersifat kumulatif sehingga mekanisme toksitasnya dibedakan menurut beberapa organ yang dipengaruhi, yaitu sebagai berikut :

- a) Sistem hemopoetik: timbal (Pb) akan menghambat sistem pembentukan hemoglobin sehingga menyebabkan anemia
- b) Sistem saraf pusat dan tepi: timbal (Pb) akan menyebabkan gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer
- c) Sistem ginjal : timbal (Pb) akan menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular
- d) Sistem gastro-intestinal: timbal (Pb) akan menyebabkan kolik dan konstipasi.
- e) Sistem kardiovaskular: timbal (Pb) akan menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler pembuluh darah
- f) Sistem reproduksi: timbal (Pb) akan menyebabkan kematian janin pada wanita dan hipospermi dan teratospermi (Darmono, 2001).

Timbal (Pb) yang diabsorpsi dari saluran pernapasan, pencernaan atau kulit akan diangkut oleh darah ke organ-organ lain. Sekitar 95% timbal dalam darah akan diikat oleh sel darah merah dan sisanya 5% oleh plasma darah. Timbal (Pb) diekskresi melalui beberapa cara, yaitu melalui urin (75-80%), feses (sekitar 15%), keringat dan air susu ibu. Waktu paruh timbal dalam darah kurang lebih 36 hari, pada jaringan lunak 40 hari, sedangkan pada tulang lebih dari 25 tahun. Ekskresi timbal (Pb) yang berjalan lambat menyebabkan timbal (Pb) mudah terakumulasi dalam tubuh (Suciani, 2007).

2.3 Baku Mutu Udara Ambien

Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999, baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Baku mutu udara ambien nasional diatur dalam Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang pencemaran udara. Sedangkan untuk di provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta baku mutu udara

daerah diatur dalam Peraturan Gubernur DIY no 153 tahun 2002 tentang baku mutu udara ambien daerah seperti tabel berikut.

Tabel 2.2 Baku mutu udara ambien

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Metode Analisis	Peralatan
Pb (Timbal/ Timah Hitam)	24 Jam	2	Spektrometri	AAS
	3 Bulan	1,5		
	1 Tahun	1,5		
TSP (Debu)	24 Jam	230	Gravimetri	HVAS
	1 Tahun	90		

Sumber : Peraturan Gubernur DIY no 153 tahun 2002

2.4 Terminal Penumpang

Terminal penumpang adalah tempat melayani pergantian angkutan penumpang ditambah barang bawaan untuk perjalanan antar kota dan atau dalam kota. Klasifikasi tipe terminal berdasarkan Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat No. 31 Tahun 1995 adalah sebagai berikut :

- 1) Terminal penumpang tipe A, melayani moda transportasi umum seperti Angkutan Kota Antar Propinsi (AKAP), dan atau angkutan lalu lintas batas antar negara, Angkutan Kota Dalam Propinsi (AKDP), angkutan antar atau dalam kota (angkot) dan angkutan pedesaan.
- 2) Terminal penumpang tipe B, melayani moda transportasi umum seperti Angkutan Kota Dalam Propinsi (AKDP), angkutan antar atau dalam kota (angkot) dan angkutan pedesaan.
- 3) Terminal penumpang tipe C, hanya melayani angkutan pedesaan.

2.4.1 Gambaran Umum Terminal Giwangan

Terminal Giwangan adalah terminal penumpang tipe A yang berlokasi di jalan Imogiri Timur Kelurahan Giwangan, Umbulharjo, Kota Yogyakarta. Terminal dengan luas sebesar 58.850 m^2 ini dibangun karena terminal lama yang dari segi kapasitas dan daya tampungnya sudah tidak memenuhi tuntutan kebutuhan pelayanan transportasi lagi. Moda transportasi yang dilayani di terminal Giwangan adalah Angkutan Kota Antar Provinsi (AKAP), Angkutan Kota Dalam Provinsi (AKDP) dan Bus dalam kota atau angkutan kota (angkot).

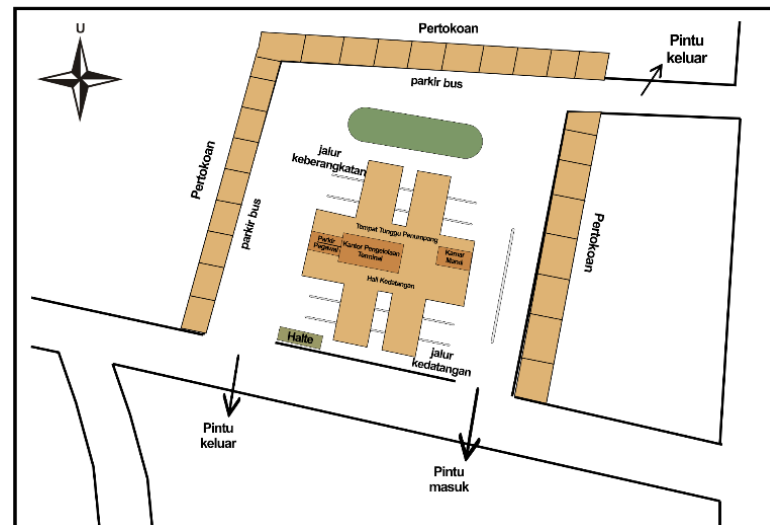
Terminal Giwangan beroperasi selama 24 jam karena jam pelayanan angkutan AKAP adalah 24 jam. Sedangkan untuk jam pelayanan angkutan AKDP adalah 18 jam dan bus kota atau angkot adalah 15 jam. Layout terminal Giwangan dapat dilihat pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.2 Layout terminal Giwangan

2.4.2 Gambaran Umum Terminal Jombor

Terminal Jombor adalah terminal kelas B yang berlokasi di Kelurahan Sinduadi, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman. Terminal Jombor hanya melayani moda transportasi umum seperti Angkutan Kota Dalam Propinsi (AKDP), angkutan antar atau dalam kota (angkot) dan angkutan pedesaan. Oleh karena terminal Jombor tidak melayani moda transportasi Angkutan Kota Antar Provinsi (AKAP), jam operasional terminal ini hanya mulai pukul 06.00 hingga 18.00. Trayek AKAP yang melewati terminal Jombor hanya trayek menuju Jakarta, Lampung, Palembang, Denpasar dan Mataram. Layout terminal Jombor dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2.3 Layout terminal Jombor

2.5 Analisis Risiko Kesehatan

Analisis risiko adalah sebuah proses untuk mengendalikan situasi atau keadaan dimana organisme, sistem, atau sub/populasi mungkin terpapar bahaya. Proses *risk analysis* meliputi 3 komponen yaitu *risk assessment*, pengelolaan risiko, dan komunikasi risiko. Sedangkan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) adalah sebuah proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk juga identifikasi terhadap keberadaan faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik. ARKL merupakan pendekatan yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko kesehatan di lingkungan dengan output adalah karakterisasi risiko (dinyatakan sebagai tingkat risiko) yang menjelaskan apakah agen risiko/parameter lingkungan berisiko terhadap kesehatan masyarakat atau tidak. Selanjutnya hasil ARKL akan dikelola dan dikomunikasikan kepada masyarakat sebagai tindak lanjutnya (Direktorat Jendral PP dan PL, 2012).

2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu sebagai berikut:

Tabel 2.3 Daftar penelitian terdahulu

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	Estimasi Sebaran dan Analisis Risiko TSP dan Pb di Terminal Bis Terhadap Kesehatan Pengguna Terminal (Studi Kasus: Terminal Mangkang dan Penggaron, Semarang)	Untuk mengetahui besarnya konsentrasi pencemar, membandingkan hasil pengukuran TSP dengan baku mutu, pembuatan estimasi sebaran, dan perhitungan analisis risiko di Terminal Mangkang dan Penggaron Kota Semarang pada pengukuran tengah minggu (weekdays) dan akhir minggu (weekend).	1. Pengambilan sampel TSP menggunakan <i>Dust Sampler</i>	Besarnya risiko total pada seluruh titik sampling di Terminal Mangkang dan Penggaron berada dibawah nilai risiko maksimum yaitu 1, sehingga paparan TSP dan Pb yang diterima oleh responden tidak berisiko bagi kesehatan.
	Gina Fita Prilila, Irawan Wisnu Wardhana, Endro Sutrisno (2016)		2. Pengukuran unsur Pb menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). 3. Pembuatan estimasi sebaran dengan menggunakan software <i>Caline4</i> dan <i>Surfer</i>	
2	Analisis Resiko Konsentrasi Debu (TSP) dan Timbal (Pb) di Pinggir Jalan Terhadap Kesehatan Manusia Studi Kasus Kota Yogyakarta	Untuk menganalisis resiko dari polutan terhadap manusia yang tinggal dan bekerja di sekitar jalan utama	1. Pengambilan sampel TSP menggunakan <i>Dust Sampler</i> 2. pengukuran unsur Pb menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)	Penilaian toksisitas mengungkapkan bahwa TSP di semua tempat aman karena <i>intake</i> yang dihitung masih di bawah <i>intake</i> maksimal 0,074 mg / kg.hari. Keadaan ini juga berlaku untuk Pb, bahwa <i>intake</i> tidak melebihi 0,00065 mg / kg.hari. Berdasarkan hasil

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
	Haryono Setyo Huboyo & Syafrudin (2007)		3. Analisis resiko meliputi 4 tahap yaitu hazard identifications, exposure assessment, toxicity assessment, dan risk characterization	karakterisasi risiko, dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko total di semua tempat kurang dari satu kesatuan sehingga menyiratkan bahwa di daerah tersebut aman untuk kegiatan sehari-hari dalam waktu yang ditentukan sehubungan dengan polutan. Namun risiko relatif tinggi ditunjukkan di jalan Ahmad Dahlan dan risiko terendah berada di jalan Magelang. Risiko total rata-rata di kota Yogyakarta adalah 0,034.
3	<p data-bbox="363 1178 557 1357">Health Risk Assessment of Heavy Metals on PM2.5 in Tehran air, Iran</p> <p data-bbox="363 1480 557 1843">Anoushiravan Mohseni Bandpi, Akbar Eslami, Mansour Ghaderpoori, Abbas Shahsavani, Ali Khani Jeihooni, Afshin Ghaderpoury, Abdolazim Alinejad (2018)</p>	Untuk mengukur konsentrasi logam berat dalam partikel tersuspensi dan mengevaluasi penilaian risiko kesehatan dari logam berat terhadap kesehatan manusia.	Untuk menentukan <i>health-risk assessment</i> , digunakan metode sesuai dengan USEPA. Penilaian risiko kesehatan dari partikel tersuspensi baik karsinogenik maupun non-karsinogenik di evaluasi dari tiga jalur yaitu pencernaan, pernafasan dan kontak kulit (dermal).	<p data-bbox="1114 1178 1334 1473">Risiko rata-rata karsinogenik di stasiun perkotaan di musim semi untuk As, Cd, dan Cr masing-masing adalah $2,25 \times 10^{-9}$, $2,09 \times 10^{-12}$, dan $2,05 \times 10^{-11}$,</p> <p data-bbox="1114 1480 1334 1776">Konsentrasi tahunan rata-rata Al, Fe, As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, dan Zn masing-masing adalah 1,77; 1,14; 0,03; 0,02; 0,07; 0,15; 0,06; 0,03; 0,1; 0,04; dan $0,14 \mu\text{g} / \text{m}^3$.</p> <p data-bbox="1114 1783 1334 1995">Di antara stasiun yang berbeda, untuk konsentrasi logam berat urutannya sebagai berikut lalu lintas > perkotaan > pinggiran kota.</p>

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
4	Pollution Characteristics and Health Risk Assessment of Airborne Heavy Metals Collected from Beijing Bus Stations	Untuk mengevaluasi polusi logam berat dalam debu jatuh di stasiun Bus Beijing	Konsentrasi logam berat Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V dan Zn ditentukan oleh Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (ICP-MS)	Hasilnya menunjukkan bahwa sampel debu memiliki konsentrasi logam yang tinggi, terutama untuk Cd, Cu, Pb, dan Zn. Sembilan logam dapat dibagi menjadi dua kategori dalam hal distribusi spasial dan tingkat polusi. Cd, Cr, Cu, Mo, Pb dan Zn mencapai tingkat yang terkontaminasi dan memiliki pola spasial yang sama dengan hotspot yang didistribusikan di dalam Ring Road Kelima. Sementara area hot spot Co dan V selalu keluar dari Jalan Lingkar Kelima. Penilaian risiko kesehatan menunjukkan bahwa risiko karsinogenik dan non-karsinogenik dari logam yang dipilih berada dalam kisaran aman.
	Xiaoxia Zheng, Wenji Zhao, Xing Yan, Tongtong Shu, Qiulin Xiong and Fantao Chen (2015)	Untuk menunjukan penilaian analisis risiko untuk penumpang dewasa.	Distribusi spasial, tingkat polusi dan potensi risiko kesehatan logam berat masing-masing dianalisis dengan teknologi pemetaan Geographic Information System (GIS), indeks geo-akumulasi dan model penilaian risiko kesehatan.	Hasilnya menunjukkan bahwa sampel debu memiliki konsentrasi logam yang tinggi, terutama untuk Cd, Cu, Pb, dan Zn. Sembilan logam dapat dibagi menjadi dua kategori dalam hal distribusi spasial dan tingkat polusi. Cd, Cr, Cu, Mo, Pb dan Zn mencapai tingkat yang terkontaminasi dan memiliki pola spasial yang sama dengan hotspot yang didistribusikan di dalam Ring Road Kelima. Sementara area hot spot Co dan V selalu keluar dari Jalan Lingkar Kelima. Penilaian risiko kesehatan menunjukkan bahwa risiko karsinogenik dan non-karsinogenik dari logam yang dipilih berada dalam kisaran aman.

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
5	<p data-bbox="363 412 557 712">Assessment of heavy metal pollution characteristics and human health risk of exposure to ambient PM2.5 in Tianjin, China</p> <p data-bbox="363 748 557 898">Peifei Chen, Xiaohui Bi, Jiaqi Zhang, Jianhui Wu, Yinchang Feng (2015)</p>	<p data-bbox="579 412 794 680">Untuk memeriksa pencemaran logam berat PM2.5 (partikel kurang dari 2,5 m) di Tianjin, Cina, serta risiko paparan PM2.5 terhadap kesehatan manusia,</p>	<p data-bbox="826 412 1091 618">Menganalisis PM2.5, sampel yang dikumpulkan dari kampus Universitas Nankai pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 2012.</p> <p data-bbox="826 719 1091 1021">Konsentrasi PM2.5 dan logam berat (Ni, Cu, Pb, Zn, Cr, Cd, Hg, As dan Mn) di PM2.5 diteliti dengan analisis gravimetri dan Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (ICP-MS).</p>	<p data-bbox="1114 412 1339 987">Hasilnya menunjukkan bahwa logam berat yang terdapat pada PM2.5 ada, dalam urutan menurun yaitu sebagai berikut, Cu, Zn, Pb, Mn, Cr, Ni, Cd, As, dan Hg. Proporsi Cd melebihi tingkat sekunder Standar Kualitas Udara Nasional China (GB 3095-2012) sebesar 1,3 kali, sementara yang lainnya masih dalam batas.</p>