

## **BAB II TINJUAN 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 Logam Berat**

#### **2.2.1 Timbal (Pb)**

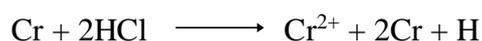
Timah hitam atau lebih sering disebut timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat. Warnanya putih keabu-abuan dan sudah dikenal

sejak ribuan tahun lalu. Timbal terdapat di mana-mana baik air, tanah, tanaman, hewan dan udara (Sastrawijaya, 2000). Timbal dapat berupa dalam 2 bentuk yaitu inorganik dan organik. Dalam bentuk inorganik timbal dapat dipakai untuk industri baterai, cat, percetakan, gelas, polivinyl, plastik, pelapis kabel dan mainan anak-anak, sedangkan dalam bentuk organik, timbal dipakai untuk industri perminyakan. (KPBB,-)

Partikel timbal yang dikeluarkan oleh asap kendaraan bermotor berukuran antara 0,08-1,0  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  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). 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).

### 2.2.2 Kromium ( Cr )

Kromium (Cr) dalam table periodik merupakan unsur dengan nomor atom 24 dan nomor massa 52. Atom tersebut terletak pada periode 4, golongan IVB. Logam kromium berwarna putih, kristal keras dan sangat tahan korosi, melebur pada suhu 1093°C sehingga sering digunakan sebagai lapisan pelindung atau logam paduan (Koesnarpadi, 2007). Di dalam logam kromium ditemukan dalam bentuk *chormite*. Logam kromium larut dalam asam klorida encer atau pekat. Jika tidak terkena udara, akan membentuk ion-ion kromium.



Logam kromium tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan, logam kromium teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit. Logam kromium mudah larut dalam HCl, sulfat, dan perklorat. Sesuai dengan tingkat oksidasinya, logam atau ion kromium yang telah membentuk senyawa, mempunyai sifat-sifat yang berbeda sesuai

dengan tingkat oksidasinya.

### 2.2.3. Seng (Zn)

Seng (Zn) merupakan unsur umum di alam yang termasuk ke dalam golongan unsur hara mikro, yaitu unsur hara yang diperlukan dalam jumlah yang sedikit. Seng merupakan logam putih kebiruan berkilau yang cukup reaktif apabila bereaksi dengan oksigen dan merupakan jenis logam yang tidak mudah teruraikan di udara. Seng berguna bagi pembuatan aloi serta galvanisasi besi dan baja (Dainith, 1990).

Kendaraan bermotor juga turut menjadi faktor penyumbang emisi logam berat seng (Zn) selain dari hasil produksi industri. Penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan bermotor menjadi penyumbang emisi logam tersebut. Polusi kendaraan bermotor mengandung *Total Suspended Particulate* ( TSP ) yang dilepas ke udara ambien. Penggunaan bahan bakar yang mengeluarkan *Total Suspended Particulate* ( TSP ) telah diteliti mengandung lebih banyak logam berat, salah satunya seng ( Zn) dibandingkan dengan debu jatuh, sifat seng (Zn) yang mudah berkaitan dengan oksida dapat menjadi sumber bergerak yang potensial terhadap penyebaran logam berat (Sipos, 2012).

## 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 D.I.Y no 153 tahun 2002 tentang baku mutu udara ambien daerah seperti tabel berikut.

**Tabel 1.** Baku Mutu Udara Ambien

<b>Parameter</b>	<b>Waktu Pengukuran</b>	<b>Baku Mutu</b>	<b>Metode Analisis</b>	<b>Peralatan</b>
Pb,Cr,Zn (Timbal,Kromium danSeng)	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 Faktor Meteorologi

Faktor meteorologis mempunyai peranan yang penting dalam menentukan kualitas udara di suatu daerah. Kondisi atmosfer sangat ditentukan oleh berbagai faktor meteorologis, seperti kecepatan dan arah angin, kelembaban, suhu udara, tekanan udara, dan aspek tinggi permukaan. Kadar gas pencemar di udara selain dipengaruhi oleh jumlah sumber pencemar, parameter meteorologi juga mempengaruhi kadar gas pencemar di udara sehingga kondisi lingkungan tidak dapat diabaikan. Kecepatan angin, suhu udara dan kelembaban udara adalah bagian dari parameter meteorologi yang dapat mempengaruhi kadar gas pencemar di udara. Kecepatan angin menentukan kedalaman seberapa banyak udara pencemar tersebut mula-mula tercampur dan ketidak teraturan kecepatan serta arah angin menentukan laju penyebaran pencemar ketika terbawa dalam arah angin. Faktor ini yang menentukan suatu daerah akan tercemar dan seberapa cepat kadar pencemar menipis akibat pencampuran dengan udara lingkungan setelah bahan tersebut meninggalkan sumbernya. Faktor meteorologis akan menentukan penyebaran pencemar di udara ambien, baik yang berasal dari emisi sumber tidak bergerak maupun dari sumber bergerak. Kondisi meteorologi akan menentukan luasan penyebaran pencemar, pola penyebaran, dan jangkauan penyebaran serta jangka waktu penyebarannya. (Kemenkes, 2012).

### 2.4.1. Suhu

Inversi suhu adalah di mana suhu udara di troposfer meningkat

seiring dengan ketinggian dan udara hangat berada di atas udara dingin. Inversi ditandai dengan kekuatan, ketebalan, ketinggian di atas/dasar, dan suhu di atas/dasar. Kekuatan inversi adalah perbedaan antara suhu di bagian atas inversi dan dasarnya. Ketebalan inversi adalah perbedaan antara dasar inversi dan ketinggian dasar. Tinggi dasar inversi adalah tinggi dari tanah ke dasar inversi. Ini juga disebut kedalaman pencampuran karena tingginya perkiraan polutan yang dilepaskan dari campuran permukaan. Pada kenyataannya, polutan sering dicampur ke dalam lapisan inversi itu sendiri.

#### **2.4.2. Kecepatan Angin**

Angin terjadi karena adanya perbedaan tekanan udara atau perbedaan suhu udara pada suatu daerah atau wilayah. Hal ini berkaitan dengan besarnya energi panas matahari yang di terima oleh permukaan bumi. Pada suatu wilayah, daerah yang menerima energi panas matahari lebih besar akan mempunyai suhu udara yang lebih panas dan tekanan udara yang cenderung lebih rendah. Perbedaan suhu dan tekanan udara akan terjadi antara daerah yang menerima energi panas lebih besar dengan daerah lain yang lebih sedikit menerima energi panas, yang berakibat akan terjadi aliran udara pada wilayah tersebut. Angin bergerak dari daerah yang bertekanan maksimum menuju ke daerah yang bertekanan minimum. Hal ini tercatat dalam hukum Buys Ballot yang berbunyi sebagai berikut :“Udara/angin bergerak dari daerah bertekanan udara maksimum ke daerah bertekanan udara minimum, di belahan bumi utara angin dibelokkan ke kanan dan di belahan bumi selatan angin dibelokkan ke kiri.”

#### **2.4.3 Tekanan Udara**

Besarnya tekanan udara di suatu tempat sangat bergantung pada jumlah udara di atasnya. Semakin tinggi suatu tempat maka semakin sedikit jumlah udara di atasnya, semakin sedikit berat udara yang ditahan wilayah tersebut sehingga tekanannya semakin sedikit. Berbanding terbalik dengan daerah atau dataran rendah, mereka mempunyai tekanan udara yang lebih besar. Jadi tekanan udara di suatu wilayah sangat ditentukan oleh ketinggian

tempat atau wilayah tersebut dari permukaan air laut.

#### **2.4.4. Kelembaban**

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi (relatif) maupun defisit tekanan uap air dalam satuan  $kg/m^3$ . Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volum. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan/tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara. Sedangkan defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu dikaitkan dengan masalah yang dibahas (Handoko,1994).

Ada tempat-tempat yang memiliki udara yang mengandung banyak uap air, dan ada pula tempat-tempat yang kadar air dalam udaranya sangat rendah. Air menguap dan bercampur dengan udara yang ada di sekitarnya. Sebagian uap air akan naik ke atas dan membentuk awan yang nantinya bisa menjadi hujan yang turun ke permukaan bumi (Anonim,1970).

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian mengacu pada penelitian terdahulu sebagai berikut :

No	Judul dan Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	Estimasi Sebaran dan Analisis Risiko TSP dan Logam berat di Jalan protokol  Gina Fita Prilila, Irawan Wisnu Wardhana, Endro Sutrisno (2016)	Untuk mengetahui besarnya konsentrasi pencemar, membandingkan hasil pengukuran TSP dengan baku mutu, pembuatan estimasi sebaran, dan perhitungan analisis risiko di jalan-jalan Kota Semarang pada pengukuran tengah minggu (weekdays) dan akhir minggu (weekend).	1. Pengambilan sampel TSP menggunakan Dust Sampler  2. Pengukuran unsur Logam berta menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)  3. Pembuatan estimasi sebaran dengan menggunakan software Caline4 dan Surfer	Besarnya sebaran TSP dan risiko total pada seluruh titik sampling di jalan raya dan berada dibawah nilai risiko maksimum yaitu 1, sehingga paparan TSP dan Logam berat yang diterima oleh responden tidak berisiko bagi kesehatan.

2	<p>Analisis Konsentrasi Debu (TSP) dan Logam berat di Pinggir Jalan Terhadap Kesehatan Manusia Studi Kasus Kota Yogyakarta Haryono Setyo Huboyo &amp; Syafrudin (2007)</p>	<p>Untuk menganalisis tingkat pencemaran udara serta resiko dari polutan terhadap manusia yang tinggal dan bekerja di sekitar jalan utama</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengambilan sampel TSP menggunakan Dust Sampler</li> <li>2. pengukuran unsur Logam berat menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)</li> <li>3. Menganalisis pengaruh meteorologi terhadap tingkat konsentrasi pencemaran udara dengan menggunakan metode Excel dan SPSS 16</li> </ol>	<p>Penilaian toksisitas mengungkapkan bahwa TSP semua tempat aman karena intake yang di hitung masih maksimal 0,074 mg/kg.hari keadaan ini juga beberapa logam berat serta pengaruhnya kelembapan, curah hujan, kecepatan angin dll.</p>
3	<p>Health Risk Assessment of Heavy Metals on PM2.5 in Tehran air, Iran  Anoushiravan Mohseni Bandpi, Akbar Eslami, Mansour Ghaderpoori, Abbas Shahsavani, Ali Khani Jeihooni, Afshin Ghaderpoury,</p>	<p>Untuk mengukur konsentrasi logam berat dalam partikel tersuspensi dan mengevaluasi penilaian risiko kesehatan dari logam berat terhadap kesehatan manusia.</p>	<p>Untuk menentukan health-risk assessment, 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>	<p>Risiko rata-rata karsinogenik di stasiun perkotaan di musim semi untuk As, Cd, dan Cr masing-masing adalah <math>2,25 \times 10^{-9}</math>, <math>2,09 \times 10^{-12}</math>, dan <math>2,05 \times 10^{-11}</math>, Konsentrasi tahunan rata-rata Al, Fe, As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, dan Zn masing-masing adalah 1,77;</p>

4	<p>Pollution Characteristics and Health Risk Assessment of Airborne Heavy Metals Collected from Beijing Bus Stations</p> <p>Xiaoxia Zheng, Wenji Zhao, Xing Yan, Tongtong Shu, Qiulin Xiong and Fantao Chen (2015)</p>	<p>Untuk mengevaluasi polusi logam berat dalam debu jatuh di stasiun Bus Beijing</p> <p>Untuk menunjukan penilaian analisis risiko untuk penumpang dewasa.</p>	<p>Konsentrasi logam berat Cd, Co, Cr, Pb, Zn, ditentukan oleh inductively coupled plasma mass spectroscopy dimana tingkat polusi dan potensi kesehatan logam berat masing-masing dianalisis dengan teknologi pemetaan geographic information system (GIS) indeks geo-akumulasi dan model penilaian risiko kesehatan</p>	<p>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.</p>
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5	<p>Assessment of heavy metal pollution characteristics and human health risk of exposure to ambient PM2.5 in Tianjin, China Peifei Chen, Xiaohui Bi, Jiaqi Zhang, Jianhui Wu, Yinchang Feng (2015)</p>	<p>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>Menganalisis PM2.5, sampel yang dikumpulkan dari kampus Universitas Nankai pada bulan Juni, Agustus, dan Oktober 2012. 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>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 Standar Kualitas Udara Nasional China (GB 3095-2012) sebesar 1,3 kali, sementara yang lainnya masih dalam batas.</p>
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------