

ANALISIS RESIKO KONSENTRASI DEBU (TSP)
DAN TIMBAL (Pb) DI PINGGIR JALAN TERHADAP
KESEHATAN MANUSIA STUDI KASUS KOTA YOGYAKARTA

Haryono Setyo Huboyo, Syafrudin *)

Abstract

Motor vehicle emission generate numerous harmful pollutants in the street every day, some of them are carcinogenic such as TSP and lead. Yogyakarta is one of represent city which has high traffic load so that the contamination effect is pronounced. This research was aimed at analysing the risk from related pollutant for people who live or work in the vicinity of main streets. This work consists of four steps i.e hazard identifications, exposure assessment, toxicity assessment, and risk characterization. High volume sampler was used to catch ambient TSP, spektrophotometer was used for Pb analysis further. Fifteen main streets had been selected for field sampling. Hazard identifications to TSP and Pb concentration was mirrored to ambient air standard that maximal concentration for the TSP is $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ and for Pb is $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. On exposure assessment the TSP concentration in Wates street, Janti, Godean street, Solo street, PKU Muhammadiyah, and STTL exceed ambient air standard (Kep. Gub. DIY No. 513/ 2002), whereas for Pb, all streets comply to standard. Toxicity assessment revealed that TSP intake in all place was safe since the calculated intake were still under maximal intake $0,074 \text{ mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$. The circumstance was also true for Pb that the intake do not exceed $0,00065 \text{ mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$. Based on risk characterization result, it can be concluded that level of total risk in all places was less than unity so it implies that in those area was safe for daily activities in specified time with respect to pollutants of interest. However the relative high risk was pointed out to the Ahmad Dahlan street and the lowest risk was in the Magelang street. Average total risk in Yogyakarta city was 0,034.

Keywords : air pollutant, lead, risk analysis, TSP, Yogyakarta

Pendahuluan

Zat pencemar kimia yang paling banyak terdapat di udara berupa Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Oksida (SO_x), dan Hidrokarbon. Selain gas-gas tersebut, partikulat atau TSP dan Timbal juga merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogen. Pencemaran tersebut tidak hanya berdampak langsung terhadap manusia tetapi juga dapat merusak lingkungan. Pada manusia, pengaruh zat pencemar ini pertama-tama ditemukan pada sistem pernapasan dan kulit serta selaput lendir. Selanjutnya apabila zat pencemar dapat memasuki peredaran darah, maka efek sistemik tidak dapat dihindari.

Menurut para ahli, sekitar tahun 2000-an kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai 57.000 orang pertahunnya. Selama 20 tahun angka kematian yang disebabkan pencemaran udara naik mendekati 14% atau naik mendekati 0,7% pertahun. Selain itu kerugian materi yang disebabkan oleh pencemaran udara sangat besar, (Anonim, 1997).

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, yaitu $15.908/\text{km}^2$ (data pada akhir tahun 2005), sehingga kebutuhan sarana transportasi juga tinggi. Banyaknya sarana transportasi yang ada di Kota Yogyakarta (877.917 unit pada akhir tahun 2004) menyebabkan tingginya tingkat gas buangan dari kendaraan bermotor yang mensuplai sebagian besar dari komposisi zat pencemar udara. Menurut baku mutu udara ambien yang berlaku di Kota Yogyakarta, yaitu Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 513 Tahun 2002, konsentrasi maksimum TSP dan Pb di udara yaitu $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maka dari itu perlu dilakukan studi untuk mengetahui konsentrasi Pb dan TSP di Kota Yogyakarta apakah masih memenuhi baku mutu atau tidak, dan juga untuk mengetahui dampak serta resiko akibat konsentrasi TSP dan Pb di pinggir jalan terhadap kesehatan pemakai jalan di sekitarnya.

Analisa resiko adalah karakterisasi dari bahaya-bahaya potensial yang berefek pada kesehatan manusia dan bahaya di lingkungan (EPA, 1991). Menurut Rhyne (1994), ada beberapa tujuan dalam analisa resiko, yaitu: untuk memperkirakan batasan atau akibat dari kejadian

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

terburuk yang mungkin terjadi dengan atau tanpa perkiraan, untuk membantu dalam penentuan peraturan dan kebijakan, untuk memperkirakan besarnya resiko yang masih bisa diterima.

Menurut EPA, tahap-tahap yang harus dilakukan dalam proses analisa resiko, yaitu :

1. *Hazard Identification*, meliputi identifikasi keberadaan zat kimia berbahaya di sumber dan karakteristiknya (analisa sumber pencemar)
2. *Exposure Assesment*, meliputi bagaimana zat berbahaya tersebut berpindah ke reseptor dan jumlah intake yang diambil (analisa jalur perpindahan)
3. *Toxicity Assesment*, meliputi indikasi numerik dari tingkat toksisitas untuk menghitung besarnya resiko (analisa reseptor)
4. *Risk Characterization*, meliputi penentuan jumlah resiko secara numerik dan ketidakpastian dari perkiraan tersebut

Beberapa penelitian analisis resiko pencemaran udara adalah di *Veteran Administration Hospital* antara bulan Oktober 1965 sampai bulan Maret 1968 telah dilakukan otopsi pada individu dengan variasi umur antara 53 sampai 65 tahun. Hasil yang didapat bahwa umur dan jenis kelamin mempengaruhi kandungan polutan dalam tubuh manusia. Semakin tua umur manusia, maka semakin besar konsentrasi polutan dalam tubuh. Sedangkan laki-laki lebih besar resiko terkena polutan daripada wanita. Studi yang dilakukan di California menunjukkan bahwa jarak mereka tinggal terhadap jalan raya mempengaruhi kandungan polutan dalam tubuh. Semakin jauh jarak mereka tinggal dari jalan raya, maka semakin kecil konsentrasi polutan dalam tubuh mereka (Palar, 1994).

Metodologi Penelitian

Obyek penelitian ini adalah kadar atau konsentrasi TSP dan Pb yang terukur di udara dan pengguna jalan yang dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu tukang becak, tukang parkir, dan pemilik warung di pinggir jalan (PKL). Pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2005 – Januari 2006.

Lokasi untuk pengambilan sampel TSP dan Pb dilakukan di beberapa lokasi, yaitu 15 titik yang tersebar di beberapa wilayah di Kota Yogyakarta yang dianggap telah mewakili seluruh Kota Yogyakarta. Hal ini karena di titik-titik tersebut ada yang merupakan daerah kepadatan tinggi, sedang, dan rendah. Kelima belas lokasi tersebut yaitu :

1. Daerah Kepadatan Tinggi : Pizza Hut Jl. Jend Sudirman, PKU Muhammadiyah Jl. K. H. Ahmad Dahlan, Mirota Godean Jl. Godean, Ruko janti Jl. Prambanan, Mirota Kampus Jl. C. Simanjuntak
2. Daerah Kepadatan Sedang : TVRI Jl. Magelang, Kec. Jetis Jl. Diponegoro, Hotel Saphir Jl. Solo, Apotik Tina Farma Jl. Kaliurang, Pasar Beringharjo Jl. Malioboro
3. Daerah Kepadatan Rendah : Pasar Sepeda Jl. Menti Supeno, Ruko Bayeman Jl. Wates, STTL Jl. Ge-dongkuning, Hotel Matahari Jl. Parangtritis, Toko Besi Jl. Bantul

Lebih detail persebaran titik sampling dapat dilihat di gambar 1.

Alat dan bahan yang digunakan merupakan kerjasama dengan pihak Bapedal Yogyakarta. Alat dan bahan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Alat dalam pengukuran TSP di lapangan : High Volume Air Sampler, incubator, desicator, neraca analitis
2. Alat dalam pengukuran Pb di lapangan Filter dan filter holder, erlenmeyer, flow meter, corong pemisah, pompa isap, gelas beker, genset, pipet, spektrofotometer, kompor listrik, labu takar, almari asam



Gambar 1
Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Sumber : Hasil Analisa, 2006

Keterangan :

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| A. Jl. Wates | I. Jl. Ahmad Dahlan |
| B. Jl. Diponegoro | J. Jl. Gedongkuning |
| C. Jl. Prambanan | K. Jl. Malioboro |
| D. Jl. Magelang | L. Jl. C. Simanjuntak |
| E. Jl. Jendral Sudirman | M. Jl. M. Supeno |
| F. Jl. Godean | N. Jl. Bantul |
| G. Jl. Parangtritis | O. Jl. Kaliurang |
| H. Jl. Solo | |

Rumus yang digunakan dalam penghitungan nilai *intake* adalah (Watts, 1997):

$$I = \frac{CxCRxEFD}{BW} \times \frac{1}{AT}$$

Keterangan :

- I = *intake* (mg/kg.hari)
- C = konsentrasi kontaminan di udara (mg/m³)
- CR = laju inhalasi, jumlah kontaminan yang terkontak per unit waktu (m³/hari)
- EFD = frekuensi dan durasi pemaparan, variabel yang menggambarkan berapa lama dan berapa sering pemaparan terjadi. EFD biasanya dibagi menjadi dua bagian, yaitu :
 - EF = frekuensi pemaparan (hari/tahun)
 - ED = durasi pemaparan (tahun)
- BW = berat tubuh orang yang terpapar (kg)
- AT = waktu rata-rata pemaparan (hari)

Rumus yang digunakan dalam penghitungan nilai resiko karsinogen (Watts, 1997) :

$$\text{Resiko} = \text{CDI} \times \text{SF}$$

Keterangan :

- CDI = *Intake* (mg/kg.hari)
 - SF = *Slope Factor* (kg.hari/mg)
- Berdasar literatur (EPA) nilai SF ditentukan sesuai tabel 1.

Tabel 1. Nilai Slope Factor (SF)

Kontaminan	Slope Factor (kg.hari/mg)
TSP	1,1
Timbal	0,042

Sumber : EPA, 1993

Hasil Dan Pembahasan

Tahap Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Tahap pertama dalam analisa resiko adalah identifikasi lokasi dan identifikasi sumber-sumber bahaya yang ada dalam lokasi studi. Sumber bahaya yang akan diidentifikasi adalah konsentrasi TSP dan Timbal. Identifikasi TSP dan Timbal dengan mengukur konsentrasinya di udara, di 15 titik lokasi yang tersebar di seluruh kota Yogyakarta. Hasil pengukuran konsentrai TSP dan Timbal dapat dilihat hasilnya pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Konsentrasi Tahunan TSP – Pb

No	Lokasi	TSP (µg/m ³)	Pb (µg/m ³)
1	Jl.Parangtritis	179.03	0.47
2	Jl. Sudirman	180.78	0.32
3	Jl.Kaliurang	197.30	0.47
4	Jl.C.Simanjuntak	219.45	0.59
5	Jl.M.Supeno	202.88	0.40
6	PKU Muh	309.95	0.55
7	Jl.Diponegoro	169.85	0.37
8	Jl. Gdg kuning	238.95	0.27
9	Jl. Godean	324.33	0.34
10	Jl.Prambanan	279.85	0.50
11	Jl. Magelang	155.35	0.32
12	Jl.Wates	279.10	0.28
13	Jl. Ring Road	196.18	0.45
14	Jl. Malioboro	212.28	0.22
15	Jl. Solo	253.16	0.34

■ = Nilai yang melebihi Baku Mutu

Baku Mutu TSP = 230 µg/m³

Baku Mutu Pb = 2 µg/m³

Sumber : Hasil Pengukuran, 2005

Ada beberapa lokasi yang mempunyai konsentrasi TSP diatas baku mutu, yaitu PKU, Jl. Gedongkuning, Jl. Godean, Jl. Prambanan, Jl. Wates, dan Jl. Solo. Konsentrasi TSP yang paling tinggi yaitu 324,33 µg/m³, yang terukur di Jl. Godean. Hal ini karena kondisi lalu lintas di tempat tersebut sangat padat sehingga emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan juga sangat banyak sehingga konsentrasi TSP sangat tinggi. Selain itu juga debu yang tidak berasal dari kendaraan bermotor seperti dari industri ataupun dari pembakaran lainnya juga sangat banyak. Sedangkan semua tempat konsentrasi Timbalnya masih dibawah baku mutu dengan konsentrasi yang paling tinggi yaitu 0,59µg/m³, yang terukur di Jl. C. Simanjuntak. Hal ini karena kondisi lalu lintas di tempat tersebut sangat padat sehingga emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan juga sangat banyak sehingga konsentrasi Timbal lebih tinggi dari pada tempat lainnya.

Tahap Perkiraan Paparan (*Exposure Assesment*)

Tahap kedua dalam analisa resiko adalah memperkirakan paparan kontaminan pada media pencemar dan potensi resiko mencemari populasi. Dalam tahap ini diawali dengan mengidentifikasikan sumber pencemar dan distribusi cemaran dalam lokasi. Proses paparan polutan TSP dan timbal yang ada di udara ke manusia yang ada di pinggir jalan dapat dirunut sebagai berikut : sumber polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor yang lewat di pinggir jalan bercampur dengan udara ambient. Setelah itu bisa masuk ke dalam tubuh manusia yang tinggal di pinggir jalan lewat saluran

pernapasan, dan akhirnya bisa mengganggu kesehatan manusia tersebut.

Tahap Memperkirakan Dosis *Intake*

Untuk mengetahui besarnya resiko yang diterima maka dihitung dahulu besarnya *intake* TSP dan Timbal yang terpapar ke tubuh manusia. Pada penghitungan dihitung besarnya *intake* TSP dan timbal di 15 lokasi pemantauan yang terpapar ketiga jenis orang yang ada di pinggir jalan, yaitu tukang becak, tukang parkir, dan pedagang (PKL). Dari hasil perhitungan *intake* TSP dan timbal, dapat dilihat hasilnya pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Nilai *Intake* TSP

No	Lokasi	<i>Intake</i> (mg/kg.hari)		
		T.becak	T.parkir	PKL
1	Jl. Parangtritis	0.033	0.023	0.040
2	Jl.Sudirman	0.022	0.019	0.022
3	Jl. Kaliurang	0.035	0.033	0.024
4	Mirota Kmpus	0.048	0.037	0.028
5	Jl. M.Supeno	0.037	0.021	0.025
6	PKU	0.046	0.034	0.041
7	Jetis	0.025	0.019	0.014
8	STTL	0.027	0.027	0.028
9	Mirota Godean	0.049	0.032	0.036
10	Janti	0.031	0.047	0.029
11	Jl. Magelang	0.016	0.016	0.019
12	Jl. Wates	0.035	0.042	0.027
13	Jl. Bantul	0.022	0.035	0.022
14	Beringharjo	0.044	0.032	0.025
15	Saphir	0.053	0.028	0.031

Intake maksimum = 0,074 mg/kg.hari

■ = *Intake* TSP paling besar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2006

Tabel 4. *Intake* Pb

No	Lokasi	<i>Intake</i> (mg/kg.hari)		
		T.becak	T.parkir	PKL
1	Jl. Prngtritis	0.0000862	0.0000615	0.0001058
2	Jl.Sudirman	0.0000391	0.0000330	0.0000391
3	Jl. Kaliurang	0.0000823	0.0000783	0.0000574
4	Mirota Kampus	0.0001278	0.0000983	0.0000743
5	Jl. Supeno	0.0000722	0.0000422	0.0000500
6	PKU	0.0000825	0.0000611	0.0000733
7	Jetis	0.0000555	0.0000411	0.0000308
8	STTL	0.0000300	0.0000300	0.0000311
9	Godean	0.0000510	0.0000331	0.0000383
10	Janti	0.0000556	0.0000833	0.0000516
11	Jl. Magelang	0.0000328	0.0000338	0.0000391
12	Jl. Wates	0.0000350	0.0000420	0.0000272
13	Jl. Bantul	0.0000500	0.0000813	0.0000500
14	Beringharjo	0.0000458	0.0000330	0.0000257
15	Saphir	0.0000708	0.0000378	0.0000416

Intake maksimum = 0,00065 mg/kg.hari

■ = *Intake* Pb paling besar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2006

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dosis *intake* yang diperoleh masih dibawah standar maksimum yang ada yaitu 0,074 mg/kg.day (TSP) dan 0,00065 mg / kg.day (Pb)

Tahap Perkiraan Daya Racun (*Toxicity Assesment*)

Perkiraan daya racun adalah tahapan ketiga dalam analisis resiko. Pada tahap ini dijelaskan tingkat toksisitas dari suatu zat kimia, yaitu TSP dan timbal sebagai polutan pencemar yang dibahas dalam penelitian ini. Dengan konsentrasi TSP maksimum 0,23 mg/m³, maka *intake* TSP maksimum yang diperbolehkan dengan waktu pemaparan maksimum 24 jam per hari pada laki-laki adalah 0,074 mg/kg.hari. Dari hasil perhitungan nilai *intake* TSP tersebut diatas ternyata semua *intake* di setiap tempat dan semua profesi masih sesuai dengan nilai *intake* maksimum yang diperbolehkan.

Intake terbesar yaitu tukang becak yang berada di depan Hotel Saphir Jl. Solo, yaitu 0,053 mg/kg.hari. Hal ini karena ada beberapa faktor yang bisa mempengaruhi, antara lain :

1. Konsentrasi TSP di Jl.Solo yang telah melebihi baku mutu, yaitu dengan konsentrasi rata-rata tahunan 253,2 µg/m³
2. Lama kerja orang per harinya yang melebihi jam kerja normal, yaitu 12 dan 18 jam/hari (jam kerja normal 8 jam/hari) sehingga waktu pemaparan semakin panjang setiap harinya
3. Waktu tinggal di tempat tersebut yang sudah lama, yaitu lebih dari 30 tahun sehingga akumulasi konsentrasi TSP yang ada didalam tubuh semakin banyak

Dengan konsentrasi Pb maksimum 0,002 mg/m³, maka *intake* Pb maksimum yang diperbolehkan dengan waktu pemaparan maksimum 24 jam per hari pada laki-laki adalah 0,00065 mg/kg.hari. Dari hasil perhitungan nilai *intake* Pb tersebut diatas ternyata semua tempat nilai *intake*-nya masih dibawah nilai *intake* yang diperbolehkan. *Intake* terbesar yaitu tukang becak yang berada di Mirota Kampus Jl. C. Simanjuntak, yaitu 0,0001278 mg/kg.hari. Hal ini karena ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain :

1. Konsentrasi Pb di Jl. C. Simanjuntak paling tinggi daripada di tempat yang lain, yaitu dengan konsentrasi rata-rata tahunan 0,59 µg/m³
2. Lama kerja orang per harinya yang melebihi jam kerja normal, yaitu 18 jam/hari (jam kerja normal 8 jam/hari) sehingga waktu pemaparan semakin panjang setiap harinya
3. Waktu tinggal di tempat tersebut yang sudah lama, yaitu lebih dari 30 tahun sehingga akumulasi konsentrasi Pb yang ada didalam tubuh semakin banyak

Tahap Perkiraan Resiko (*Risk Characterization*)

Baik TSP maupun Timbal keduanya bersifat karsinogen, sehingga resiko karsinogen untuk untuk TSP dan Timbal didefinisikan sebagai banyaknya *intake* harian kronik dikalikan dengan faktor *slope* karsinogenik yang didapatkan dari perkiraan daya racun. Nilai resiko bisa diterima dan tidak berbahaya jika kurang dari satu. Dari perhitungan resiko didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Resiko TSP

No	Lokasi	Resiko		
		T.becak	T.parkir	PKL
1	Jl. Parangtritis	0.036	0.026	0.044
2	Jl.Sudirman	0.024	0.021	0.024
3	Jl. Kaliurang	0.038	0.036	0.027
4	Mirota K	0.052	0.040	0.030
5	Jl. M.Supeno	0.040	0.024	0.028
6	PKU	0.051	0.038	0.045
7	Jetis	0.028	0.021	0.016
8	STTL	0.029	0.029	0.030
9	Mirota G	0.054	0.035	0.040
10	Janti	0.034	0.051	0.032
11	Jl. Magelang	0.017	0.018	0.021
12	Jl. Wates	0.038	0.046	0.030
13	Jl. Bantul	0.024	0.039	0.024
14	Beringharjo	0.049	0.035	0.027
15	Saphir	0.058	0.031	0.034

Resiko Maksimum = 1

■ = Resiko paling besar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2006

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko TSP yang paling besar adalah tukang becak di Jl. Solo dengan nilai resiko 0,058. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh TSP di pinggir jalan. Faktor dari orang sendiri karena berada lama di pinggir jalan, yaitu lebih dari 12 jam per harinya, sedangkan faktor lingkungan karena kendaraan sebagai sumber polutan TSP yang lewat banyak, yaitu 6610 unit/jam sehingga konsentrasi TSP menjadi tinggi, yaitu 253,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dari hasil perhitungan diatas, ternyata semua nilai resiko TSP kurang dari satu, bahkan jauh selisihnya sehingga lingkungan di Kota Yogyakarta tidak berbahaya bagi kesehatan manusia yang ada di sekitarnya, meskipun ada pengaruh bagi kesehatan manusia itupun dalam jangka waktu yang lama.

Tabel 6. Resiko Pb

No	Lokasi	Resiko		
		T.becak	T.parkir	PKL
1	Jl. Parangtritis	0.0000036	0.0000026	0.0000044
2	Jl.Sudirman	0.0000016	0.0000014	0.0000016
3	Jl. Kaliurang	0.0000035	0.0000033	0.0000024
4	Mirota Kampus	0.0000054	0.0000041	0.0000031
5	Jl. M.Supeno	0.0000030	0.0000018	0.0000021
6	PKU	0.0000035	0.0000026	0.0000031
7	Jetis	0.0000023	0.0000017	0.0000013
8	STTL	0.0000013	0.0000013	0.0000013
9	Mirota Godean	0.0000021	0.0000014	0.0000016
10	Janti	0.0000023	0.0000035	0.0000022
11	Jl. Magelang	0.0000014	0.0000014	0.0000016
12	Jl. Wates	0.0000015	0.0000018	0.0000011
13	Jl. Bantul	0.0000021	0.0000034	0.0000021
14	Beringharjo	0.0000019	0.0000014	0.0000011
15	Saphir	0.0000030	0.0000016	0.0000021

Resiko Maksimum = 1

■ = Resiko paling besar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2006

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko Timbal yang paling besar adalah tukang becak di Mirota Kampus dengan nilai resiko 0,0000054. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Jumlah kendaraan yang lewat di jalan tersebut banyak, yaitu 5506 unit/jam, sehingga konsentrasi Pb juga tinggi, yaitu 219,45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Orang tersebut sebagai tukang becak berada di pinggir jalan dalam waktu yang lama, yaitu lebih dari 18 jam/hari sehingga waktu pemaparan juga semakin lama
3. Orang tersebut telah berada (tinggal) di tempat tersebut dalam waktu yang lama, yaitu lebih dari 30 tahun sehingga konsentrasi Timbal telah terakumulasi di dalam tubuhnya dalam jumlah yang banyak
4. Faktor lain yang juga bisa mempengaruhi, antara lain kondisi tubuh orang itu sendiri, seperti kesehatan, daya tahan tubuh, dan kondisi fisik seperti berat badan dan tinggi badan yang bisa berpengaruh dalam perhitungan nilai resiko

Dari hasil perhitungan diatas, ternyata nilai resikonya jauh dibawah satu. Hal ini menandakan bahwa semua lokasi kandungan Timbalnya sangat kecil sehingga tidak beresiko dan masih aman terhadap kesehatan manusia di sekitarnya. Meskipun semua lokasi nilai resikonya masih dibawah satu, tetapi bisa saja manusia yang tinggal di wilayah tersebut terkena penyakit akibat paparan Timbal meskipun dalam jumlah yang kecil, tetapi tidak secara langsung dan dalam jangka waktu yang lama, yaitu lebih dari 30 tahun dan juga bisa

dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti yang telah disebutkan diatas.

Resiko total merupakan jumlah resiko dari kedua zat pencemar, yang didapatkan dengan menjumlahkan nilai resiko dari TSP dan Pb. Hal ini karena resiko di suatu tempat merupakan penjumlahan dari semua nilai resiko dari bahan pencemar yang ada di tempat tersebut dan dari semua orang yang ada di tempat tersebut. Tetapi karena Timbal berada didalam TSP, maka resiko total ini hanya dihitung dari resiko TSPnya saja, yang hasilnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7. Nilai Resiko Total

Lokasi	Resiko T.Becak	Resiko T.Parkir	Resiko PKL	Resiko Total
Jl. Prngtritis	0.036	0.026	0.044	0.035
Jl. Sudirman	0.024	0.021	0.024	0.023
Jl. Kaliurang	0.038	0.036	0.027	0.034
Mirota K	0.052	0.040	0.030	0.041
Jl. M.Supeno	0.040	0.024	0.028	0.031
Jl. Dahlan	0.051	0.038	0.045	0.045
Jl. Dipongr	0.028	0.021	0.016	0.022
Jl. Gdgkning	0.029	0.029	0.030	0.029
Mirota G	0.054	0.035	0.040	0.043
Ruko Janti	0.034	0.051	0.032	0.039
Jl. Magelang	0.017	0.018	0.021	0.019
Jl. Wates	0.038	0.046	0.030	0.038
Jl. Bantul	0.024	0.039	0.024	0.029
Beringharjo	0.049	0.035	0.027	0.037
Jl. Solo	0.058	0.031	0.034	0.041

Resiko Maksimum = 1

■ = Resiko paling besar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2006

Dari perhitungan pada tabel diatas, ternyata resiko berdasarkan jenis pekerjaan di setiap lokasi yang paling besar yaitu tukang becak di Jl. C. Simanjuntak dengan nilai resiko 0,058. Hal ini bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain karena dari orang itu sendiri ataupun dari lingkungan di sekitarnya, sehingga orang tersebutlah yang paling beresiko terpapar oleh TSP di pinggir jalan. Faktor dari orang sendiri karena berada lama di pinggir jalan, yaitu lebih dari 12 jam per harinya, sedangkan faktor lingkungan karena kendaraan sebagai sumber polutan TSP yang lewat banyak, yaitu 6610 unit/jam sehingga konsentrasi TSP menjadi tinggi, yaitu 253,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sedangkan nilai resiko berdasarkan lokasi yang paling besar berada di depan PKU Muhammadiyah Jl. K. H. Ahmad Dahlan dengan nilai resiko 0,045. Hal ini karena jumlah kendaraan yang lewat di jalan tersebut sangat banyak, yaitu 4082 unit/jam sehingga konsentrasi TSP maupun Timbal sangat tinggi, yaitu 309,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk TSP dan 0,55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk Timbal.

Dengan demikian maka orang-orang yang berada di tempat tersebut akan lebih beresiko terkena pengaruh paparan TSP dan timbal daripada di tempat yang lain meskipun nilai resikonya masih bisa diterima, yaitu nilainya masih dibawah satu.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

- Dari hasil pemantauan udara yang telah dilakukan di 15 titik didapatkan konsentrasi rata-rata tahunan TSP paling tinggi di Mirota Jl. Godean, yaitu 324,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan yang paling rendah di TVRI Jl. Magelang, yaitu 155,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan rata-rata tahunan konsentrasi Timbal yang paling tinggi di Mirota Kampus Jl. C. Simanjuntak, yaitu 0,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan yang paling rendah di Pasar Beringharjo Jl. Malioboro, yaitu 0,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Besarnya resiko total di 15 titik yang paling besar adalah di PKU Muhammadiyah Jl. K. H. Ahmad Dahlan, yaitu 0,045, sedangkan yang paling rendah di TVRI Jl. Magelang, yaitu 0,019. Dengan rata-rata resiko keseluruhan di kota Yogyakarta yaitu 0,034 sehingga masih dibawah batas standar maksimal resiko, yaitu 1.

Saran

- Agar bisa mencegah penyakit lebih dini, masyarakat yang bekerja di pinggir jalan sebaiknya memeriksakan diri ke dokter secara rutin.
- Hendaknya dilakukan uji emisi secara rutin bagi kendaraan pribadi maupun kendaraan umum agar emisi yang dihasilkan bisa seminimal mungkin dan tidak mengganggu orang yang berada di pinggir jalan.
- Untuk peneliti selanjutnya diharapkan agar tidak hanya menghitung intake melalui proses pernapasan saja, tetapi bisa melalui proses yang lain, seperti melalui proses pencernaan, kulit, tanah, dll.

Daftar Pustaka

- Anonim, *Rekayasa Lingkungan*, Gunadarma, 1997.
- _____, *Breast Cancer Risk and Exposure in Early Life to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Using Total Suspended Particulates as a Proxy Measure*, 2005. <http://cebp.aacrjournals.org/cgi/content/full/14/1/53>, 26 Mei 2006.
- _____, *Lead Risk Assessment*, 2005
- <http://www.epa.gov/oerrpage/superfund/programs/lead/pbrisk.htm>, 4 Januari 2006

5. _____, *Particulate Matter (PM), Total Suspended Particulate (TSP), PM10 and PM2.5*, 2005.
6. http://www.groundwork.org.za/Chemicals/particulate_matter.asp, 26 Mei 2006.
7. _____, *Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments*, 1993
8. <Http://www.epa.gov/IRIS/rfd.htm>, 31 Desember 2005.
9. _____, *Risk Assessment for Toxic Air Pollutants, 1991*. Http://www.epa.gov/oar/oaqps/air_risc/3.90.024.html, 27 Desember 2005.
10. Hertz, David B and Howard Thomas, *Risk Analysis and its Application*, John Willey & Sons, New York, 1983.
11. La Grega, Michael, D, Philip L. Buckingham, Jeffrey C. Evans, *Hazardous Waste Management*, McGraw-Hill International Edition, 1994.
12. Mukono, H. J, *Pencemaran Udara Dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*, Airlangga University Press, Surabaya, 1997.
13. Palar, Heryando, Drs, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta, 1994.
14. Peavy, Howard S, Donald R. Rowe, George Tchobanoglous, *Environmental Engineering*, McGraw-Hill Book Company, 1985.
15. Ruchirawat, M, *Environmental Toxicology Volume 3*, Chulabhorn Research Institute, Thailand., 1996
16. Wardana, Wisnu Arya, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset. Yogyakarta, 1995.

