

Studi Identifikasi Karakteristik Anorganik PM₁₀ terhadap Mortalitas dan Morbiditas di Udara Ambien pada Kawasan Pemukiman

TUNING LEINAWATI¹, JULI SOEMIRAT¹, MILA DIRGAWATI¹

1. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Itenas, Bandung

Email: leinawati@gmail.com

ABSTRAK

PM₁₀ merupakan partikulat dengan ukuran < 10 µm. PM₁₀ sering dikaitkan dengan kenaikan mortalitas dan morbiditas. Hasil dari penelitian yang dilakukan di Kawasan Pemukiman Kota Bandung diperoleh Konsentrasi PM₁₀ sebesar 54.41 µg/Nm³. Angka ini jika dibandingkan dengan baku mutu PM₁₀ untuk pengukuran 24 jam dalam PP No.41 Tahun 1999 masih dalam batas yang diperbolehkan (<150 µg/Nm³). Komposisi anorganik PM₁₀ yang diperoleh berdasarkan konsentrasi terbesar hingga terkecil adalah Natrium (Na), Kalsium (Ca), Kalium (K), Timbal (Pb), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Kadmium (Cd), Seng (Zn), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Kromium (Cr), Kobalt (Co), Arsen (As), dan Merkuri (Hg). Unsur anorganik yang berhubungan dengan morbiditas adalah Natrium (Na), Kalium (K), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Kobalt (Co), Arsen (As), Sedangkan unsur anorganik yang dapat berpengaruh terhadap mortalitas adalah Timbal (Pb), Arsen (As), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Kalium (K) dan Merkuri (Hg).

Kata kunci: Morbiditas, Mortalitas, PM₁₀

ABSTRACT

PM₁₀ is particulate matter with a size < 10 µm. PM₁₀ is often associated with increasing mortality and morbidity. Results of research conducted in the area of Bandung settlement obtained PM₁₀ concentrations by 54.41 µg/Nm³. This figure when compared to the quality standard for the measurement of 24-hour PM₁₀ in PP 41 of 1999 is still within the limits allowed (<150 µg/Nm³). Inorganic composition of PM₁₀ concentrations obtained by largest to smallest are Sodium (Na), Calcium (Ca), Potassium (K), Lead (Pb), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Cadmium (Cd), Zinc (Zn), Nickel (Ni), Copper (Cu), Chromium (Cr), Cobalt (Co), Arsenic (As), and Mercury (Hg). Elements of inorganic-related morbidity is Sodium (Na), Kalium (K), Magnesium (Mg), Manganese (Mn), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), cobalt (Co), Arsenic (As), while inorganic elements that can affect the mortality is Lead (Pb), Arsenic (As), Cobalt (Co), Copper (Cu), Kalium (K), and Mercury (Hg).

Keywords: Morbidity, Mortality, PM₁₀

1. PENDAHULUAN

Salah satu pencemar udara primer adalah PM_{10} . Menurut WHO besarnya ukuran partikulat debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan manusia adalah yang berukuran $0,1\mu m$ sampai dengan kurang dari $10\mu m$ dan berada sebagai *suspended particulate matter* (partikulat melayang dengan ukuran $< 10\mu m$ dan dikenal dengan nama PM_{10} . Konsentrasi PM_{10} selain memperparah/memicu infeksi saluran pernapasan atas (ISPA), juga dikaitkan dengan peningkatan kematian prematur (EPA,2012).

Dari penelitian terdahulu yang dilakukan di kawasan pemukiman, besarnya konsentrasi PM_{10} maksimal yang terukur pada tahun 2001-2003 sebesar $79,96 \mu g/m^3$. Besar konsentrasi PM_{10} ini masih dibawah baku mutu, yaitu $150\mu g/m^3$, akan tetapi diketahui kontribusi PM_{10} di udara ambien terhadap kematian adalah 87,27% dan terhadap insidensi ISPA adalah 87,95%. Resiko terjadinya kematian pada masyarakat yang hidup di kawasan pemukiman dibandingkan masyarakat di kawasan bersih akibat kondisi kualitas udara ambien lebih besar 1,244 kali (BPLH Kota Bandung,2006). Meskipun tidak melebihi baku mutu, tetapi kontribusi PM_{10} berpotensi meningkatkan angka insidensi cukup tinggi, bahkan melebihi 50%. Hal ini dapat disebabkan pengaruh dari karakteristik PM_{10} dan komposisi, baik organik maupun anorganik PM_{10} . Untuk penelitian mengenai identifikasi organik PM_{10} telah dilakukan oleh Hartiningsih, 2007. Oleh sebab itu diperlukan penelitian lebih lanjut di kawasan pemukiman untuk mengetahui hubungan karakteristik anorganik PM_{10} terhadap mortalitas dan morbiditas.

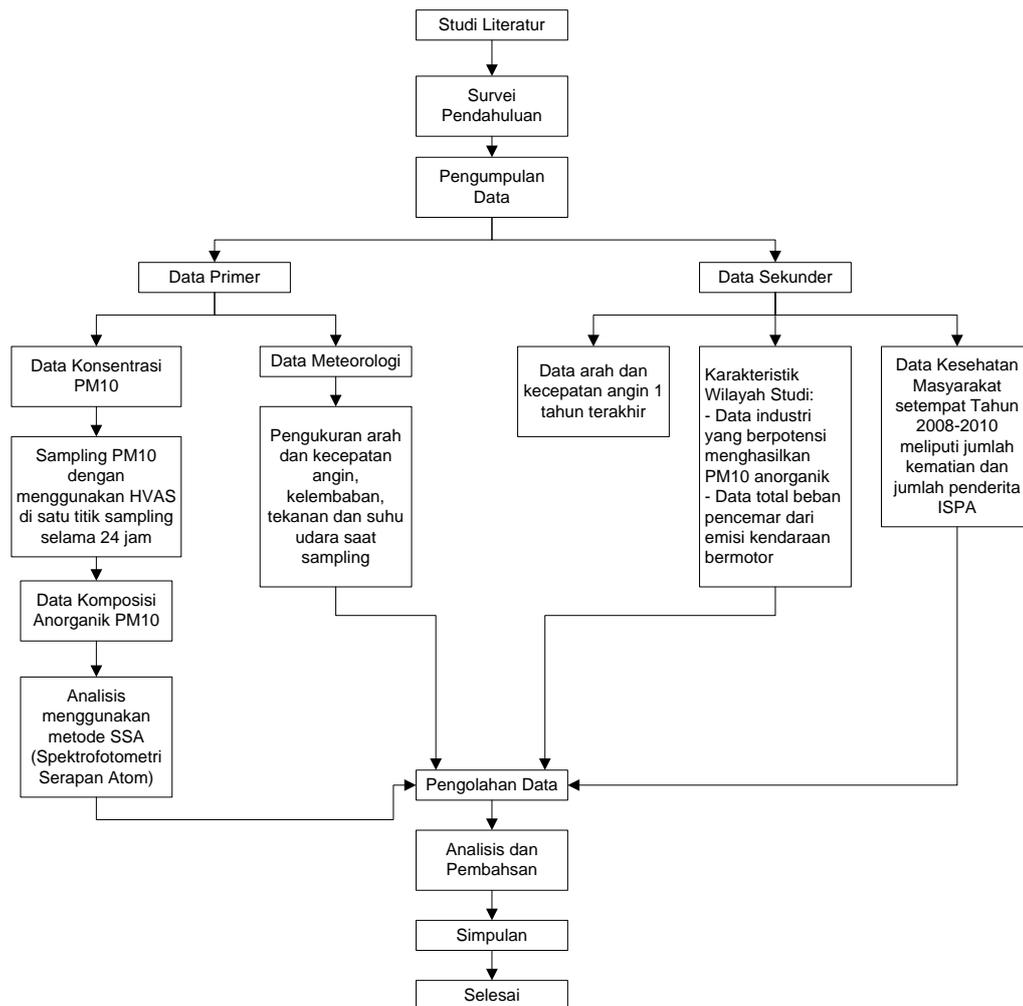
Maksud penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui besarnya konsentrasi PM_{10} dan kesesuaian dengan baku mutu yang berlaku, mengetahui komposisi anorganik PM_{10} di udara ambien serta dampaknya terhadap mortalitas dan morbiditas di kawasan pemukiman. Tujuan penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui kontribusi komposisi dan karakteristik kimia PM_{10} terhadap mortalitas dan morbiditas di udara ambien pada kawasan pemukiman.

Penelitian Tugas Akhir ini dibatasi oleh ruang lingkup sebagai berikut :

- Daerah penelitian adalah kawasan pemukiman yang diwakili oleh Kecamatan Rancasari menurut stasiun pantau udara BAF milik BPLH Kota Bandung.
- Parameter pencemaran udara yang diukur adalah PM_{10} , untuk mengetahui komposisi dan karakteristik kimia senyawa anorganik yang terdapat di dalam PM_{10} .
- Parameter mortalitas yang digunakan adalah angka kematian kasar (AKK) karena sulitnya mendapatkan data kematian yang lengkap.
- Parameter morbiditas yang digunakan adalah angka insidensi penderita penyakit saluran pernapasan akut (ISPA).

2. METODOLOGI

Berikut adalah prosedur penelitian tugas akhir yang dilakukan , mulai dari studi literatur hingga diperoleh simpulan :



Gambar 1 Diagram Alir Sistematika Penelitian

2.1 Studi Literatur

Studi literatur berfungsi sebagai dasar untuk pengambilan teori yang berkaitan dengan konsentrasi dan karakteristik kimia partikulat (PM_{10}) serta hubungannya dengan mortalitas dan morbiditas yang akan digunakan untuk survei pendahuluan, sampling dan juga pembahasan.

2.2 Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel adalah Perumahan Aria Graha di Kecamatan Rancasari, merupakan lokasi yang terlingkupi oleh stasiun BAF 2 untuk kawasan pemukiman. Cakupan BAF 2 adalah radius kurang lebih 5 km yang mencakup Kecamatan Rancasari. Pengambilan sampling dilakukan pada 17 Desember 2011 saat musim hujan.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Konsentrasi PM_{10}

Untuk mengukur konsentrasi PM_{10} digunakan High Volume Air Sampler (HVAS) menurut SNI 19-7119.3-2005. Konsentrasi yang diperoleh dalam satuan $\mu g/m^3$, kemudian dikonversi ke dalam satuan standar $\mu g/Nm^3$ agar dapat dibandingkan dengan baku mutu yang ada.

Koreksi laju alir

Koreksi Laju Alir:

$$Q_S = Q_o \times \left(\frac{T_s \times P_o}{T_p \times P_s} \right)^{1/2} \dots\dots\dots$$

.....(1)

keterangan :

Q_s = laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar

Q_o = laju alir volume sampling

T_s = temperatur standar

T_o = temperatur terukur di lapangan (273 K+ temperatur sampling)

P_s = tekanan barometrik standar (1031 mb)

P_o = tekanan barometrik terukur di lapangan

Volume Udara yang Terhisap:

$$V = \left(\frac{Q_{S1} + Q_{S2}}{2} \right) \times t \dots\dots\dots$$

...(2)

keterangan :

V = volume udara yang terhisap (m³)

Q_{s1} = laju alir udara awal (m³/mnt)

Q_{s2} = laju alir udara akhir (m³/mnt)

t = waktu sampling (mnt)

Menghitung Volume Udara Terhisap dalam Keadaan Standar :

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \dots\dots\dots$$

...(3)

$$V_{std} = \frac{P_{akt} \times V_{akt}}{T_{akt}} \times \frac{T_{std}}{P_{std}}$$

keterangan :

P_{akt} = Tekanan terukur (mBar)

P_{std} = Tekanan standar (mBar)

V_{akt} = Volume terukur (m³)

V_{std} = Volume standar (Nm³)

T_{akt} = Suhu terukur (K)

T_{std} = Suhu standar (K)

Konsentrasi partikulat diperoleh dari selisih berat filter akhir dan awal yang dibandingkan dengan volume udara terhisap.

Konsentrasi Partikulat :

$$C = \frac{[(W_2 - W_1) \times 10^6]}{V} \dots\dots\dots$$

..(4)

keterangan :

C = konsentrasi partikulat (µg/Nm³)

W_2 = berat filter awal (gr)
 W_1 = berat filter (gr)
 10^6 = konversi gram ke μg

2.3.2 Komposisi Anorganik PM_{10}

Setelah data primer diketahui kemudian dianalisa keberadaan kandungan kimia anorganik yang terdapat dalam PM_{10} . Analisis ini dilakukan oleh analis dari (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) LIPI dengan menggunakan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom). SSA digunakan untuk penentuan ion-ion logam yang terlarut. Dengan membakar larutan yang mengandung ion logam tersebut (api dari udara bertekanan dengan asetilen), ion tersebut memberi warna tertentu pada api pembakaran. Absorbansi oleh api terhadap sinar yang bersifat warna komplementer, seimbang dengan kadar ion, sinar tersebut berasal dari lampu khusus pada alat

2.4 Mortalitas dan Morbiditas

Mortalitas diukur atas dasar berbagai angka kematian menurut kebutuhan. Untuk ukuran mortalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah angka kematian kasar, karena kemudahannya memperoleh data dan tidak perlu data spesifik penyebab kematian.

Angka Kematian Kasar

Angka Kematian Kasar =

$$\frac{\text{Jumlah Mortalitas 1 Tahun}}{\text{Jml. Penduduk Awal} + \left(\frac{\text{Jml. Penduduk Awal} - \text{Akhir}}{2} \right)} \times \text{faktor} \dots\dots\dots(5)$$

faktor = 100, 1000, 10.000

Morbiditas atau angka kesakitan adalah jumlah orang yang terkena penyakit tertentu. Untuk ukuran morbiditas yang digunakan dalam penelitian ini adalah insidensi. Insidensi mengukur kasus baru atau perubahan status dari keadaan yang tidak sakit menjadi sakit. Insidensi dapat diukur untuk periode waktu tertentu, biasanya satu tahun kalender, atau selama periode penelitian. Insidensi berguna bagi penyakit berjangka waktu pendek seperti morbili, diare dan pneumonia (Soemirat, 2005).

$$\text{Insidensi} = \frac{\text{jumlah penderita baru dalam 1 tahun kalender}}{\text{Jml. Penduduk Awal} + \left(\frac{\text{Jml. Pend} \dots\dots\dots(6)$$

faktor= 100, 1000

2.5 Analisis dan Pembahasan

Analisis dilakukan dengan menggambarkan hubungan kualitas udara dengan konsentrasi dan komposisi anorganik PM_{10} , menghubungkan konsentrasi dengan baku mutu yang berlaku, menghubungkan mortalitas dan morbiditas dengan konsentrasi dan komposisi anorganik PM_{10} , serta menghubungkan total beban pencemar dari sektor transportasi dan industri dengan konsentrasi dan komposisi anorganik PM_{10} di kawasan pemukiman.

2.6 Simpulan

Simpulan diambil setelah dilakukan analisis dan pembahasan tentang konsentrasi dan komposisi anorganik PM_{10} serta hubungan dengan mortalitas dan morbiditas dengan memperhatikan karakteristik dari wilayah studi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengukuran

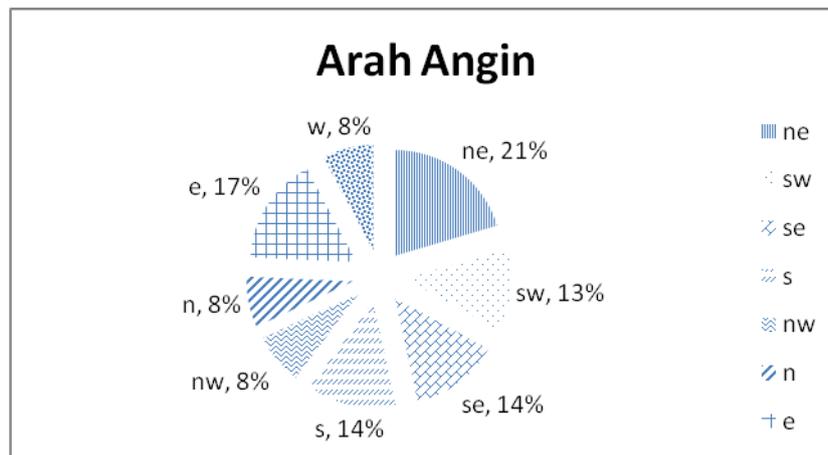
3.1.1 Data Meteorologi

Data meteorologi yang diukur saat sampling antara lain arah dan kecepatan angin, suhu udara, tekanan, dan kelembaban.

Tabel 1 Keadaan Meteorologi Saat Sampling

Parameter	Satuan	Rata-rata
Suhu	°C	26,65
Kelembaban	%	70,05
Tekanan	mb	929,18
Kecepatan angin	m/s	0,9
Arah angin		Timur laut

Sumber : Hasil Analisis, 2011



Gambar 2 Diagram Arah Angin Saat Sampling

Kecepatan dan arah angin mempengaruhi penyebaran PM_{10} . Dengan mengetahui data kecepatan dan arah angin dapat diperkirakan kemana penyebaran PM_{10} . Jika dilihat data arah dan kecepatan angin dominan saat pengukuran datang dari arah *northeast* (timur laut) dengan kecepatan rata-rata 0,9 m/s.

3.1.2 Konsentrasi PM_{10}

a. Koreksi Laju Alir

Gas merupakan zat yang volumenya berubah dengan perubahan temperatur dan tekanan. Maka dalam menyatakan konsentrasi zat pencemar dalam udara digunakan kondisi standar yaitu, kondisi dimana volume udara ditetapkan dan kondisi tertentu, yang dinyatakan dengan kondisi standar. Koreksi laju alir berfungsi untuk mengoreksi laju alir terukur di lapangan dengan laju alir standar ($T=298\text{ K}$).

Tabel 2 Komponen yang Digunakan dalam Perhitungan

Simbol	Keterangan	Satuan	Nilai
Q1	Laju Alir Awal	m ³ /mnt	0,8
Q2	Laju Alir Akhir	m ³ /mnt	0,6
Qo	Laju Alir Rata-rata	m ³ /mnt	0,7
Qstd	Koreksi Laju Alir Rata-rata	m ³ /mnt	0,662
Pakt	Tekanan Aktual Rata-rata	mB	929,18
Pstd	Tekanan Standar	mB	1033
Tstd	Suhu Standar	K	298
Takt	Suhu Aktual Rata-rata (273+T)	K	299,65

Sumber : Hasil Analisis, 2011

Contoh Perhitungan :

$$Q_s = 0,7 \times \left\{ \frac{298 \times 929,18}{299,65 \times 1033} \right\}^{1/2}$$

$$= 0,662 \text{ m}^3/\text{menit}$$

b. Volume Udara Terhisap

Volume udara total yang terhisap adalah total udara yang dihisap oleh HVAS sejak awal berfungsi hingga alat selesai digunakan.

Contoh Perhitungan :

$$V_{aktual} = 0.662 \text{ m}^3/\text{menit} \times 1440 \text{ menit} = 957.252 \text{ m}^3$$

Menghitung Volume Udara Terhisap dalam Keadaan Standar :

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_{std} \times V_{std}}{T_{std}} = \frac{P_{akt} \times V_{akt}}{T_{akt}}$$

$$V_{std} = \frac{T_{std} \times P_{akt} \times V_{akt}}{T_{akt} \times P_{std}}$$

$$V_{std} = \frac{298 \times 929.18 \times 957.252}{299.65 \times 1033} = 856.365 \text{ Nm}^3$$

c. Konsentrasi Partikulat

Konsentrasi partikulat diperoleh dari selisih berat filter sebelum dan sesudah sampling dibandingkan dengan volume udara terhisap.

Berat filter sebelum pengukuran = 0.5668 gram

Berat filter sesudah pengukuran = 0.6134 gram

Berat partikulat PM₁₀ = 0.0466 gram

Contoh Perhitungan :

$$C = \frac{0.0466 \text{ gram}}{856.365 \text{ Nm}^3} \times 10^6 = 54.41 \frac{\mu\text{g}}{\text{Nm}^3}$$

3.1.3 Anorganik dalam Sampel PM₁₀

Dari hasil penelitian diperoleh jumlah anorganik terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah Na, Ca, Fe, K, Pb, Mg, Mn, Cd, Zn, Ni, Cu, Co, As, Hg. Analisis dilakukan dengan metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) diperoleh beberapa unsur anorganik dengan konsentrasi sebagai berikut :

Tabel 3 Komposisi Anorganik PM₁₀

Unsur	Simbol	Hasil pengukuran		Konsentrasi Rata-rata Maksimum 24 jam	
		ppm	µg/m ³	Standard (µg/m ³)	Referensi
Merkuri	Hg	2,58	0.019	2	OAQC
Arsen	As	13,77	0.039	0.3	OAQC
Kobalt	Co	52	0.114	0.1	OAQC
Kromium	Cr	112	0.217	1.5	OAQC
Tembaga	Cu	100	0.237	50	OAQC
Nikel	Ni	120	0.263	2	OAQC
Seng	Zn	300	0.732	-	
Kadmium	Cd	222	0.931	2	OAQC
Mangan	Mn	500	1.025	2.5	OAQC
Magnesium	Mg	5700	5.172	-	
Timbal	Pb	1700	13.145	2	OAQC
Kalium	K	14300	20.868	-	

Unsur	Simbol	Hasil pengukuran		Konsentrasi Rata-rata Maksimum 24 jam	
		ppm	µg/m ³	Standard (µg/m ³)	Referensi
Besi	Fe	20400	42.519	-	
Kalsium	Ca	38900	58.188	-	
Natrium	Na	216200	185.501	-	

Sumber : Hasil Analisis, 2012; The Department of Environment and Conservation (Western Australia), 2012

Keterangan :

- Pengukuran dilakukan pada 17 Desember 2011 selama 24 jam di Kecamatan Rancasari.
- Ontario Ministry of the Environment Ambient Air Quality Criteria (OAQC)

3.2 Mortalitas (angka kematian)

Berikut adalah tabel hasil perhitungan angka kematian kasar pada kawasan pemukiman tahun 2008-2011.

Tabel 4 Angka Kematian Kasar Kecamatan Rancasari Menurut Tahun

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah mortalitas	AKK
2007	72.309		
2008	72.362	206	3
2009	72.378	211	3
2010	72.408	152	2
2011	73.334	168	2

Sumber: Hasil Analisis, 2011

Contoh perhitungan :

$$\text{angka kematian kasar 2008} = \frac{206}{\left(72309 + \frac{(72362 - 72309)}{2}\right)} \times 1000 = 3$$

Angka 3 dapat diartikan banyaknya kasus kematian kasar tahun 2008 sebanyak 3 dari 1000 jiwa penduduk. Angka ini diperoleh tanpa memperhatikan variabel lain seperti faktor usia, penyebab kematian, jenis kelamin atau lainnya.

Dari tabel 4 terlihat bahwa jumlah angka kematian kasar menurun dari 2008-2010 dan sedangkan tahun 2011 tidak mengalami perubahan kematian kasar. Dari jumlah kematian kasar sebesar 3 dari 1000 jiwa pada tahun 2008 kemudian menjadi 2 dari 1000 jiwa pada tahun 2010 dan 2011.

3.3 Morbiditas (angka kesakitan)

Berikut ini adalah tabel insidensi ISPA yang digunakan sebagai parameter morbiditas pada kawasan pemukiman.

Tabel 5 Insidensi ISPA per 1000 orang penduduk

Tahun	Jml penduduk	Jml Penderita ISPA atas	Insidensi
2007	72309		
2008	72362	11080	153
2009	72378	13423	185
2010	72408	13771	190
2011	73334	15849	217

Sumber : Hasil Analisis, 2011

Contoh perhitungan insidensi :

$$\text{insidensi ISPA 2008} = \frac{11080}{\left(72309 + \frac{(72362 - 72309)}{2}\right)} \times 1000 = 153$$

Angka insidensi ISPA 153, berarti ada 153 kasus penderita ISPA dari 1000 jiwa penduduk pada tahun 2008 di kawasan pemukiman, Kecamatan Rancasari.

Jumlah penderita ISPA tahun 2008-2011 mengalami kenaikan yang terlihat pada tabel morbiditas di atas. Jika konsentrasi PM_{10} dan jumlah penderita ISPA dianggap memiliki hubungan linear, maka saat konsentrasi PM_{10} mengalami peningkatan maka diperkirakan jumlah penderita ISPA mengalami peningkatan juga, begitu pula sebaliknya.

3.4 Pembahasan

3.4.1 Perbandingan Konsentrasi PM_{10} dengan Baku Mutu

Dari hasil analisis diperoleh konsentrasi PM_{10} sebesar $54.41 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika dibandingkan dengan baku mutu dalam PP No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, dimana PM_{10} diatur tidak boleh melebihi $150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, maka PM_{10} yang terukur masih tidak melebihi baku mutu atau masih dalam batas yang diperbolehkan.

Konsentrasi yang tidak melebihi baku mutu ini diperkirakan dipengaruhi oleh faktor meteorologi seperti kelembaban, serta arah dan kecepatan angin. Pengukuran yang dilakukan saat musim penghujan dapat mempengaruhi konsentrasi PM_{10} di udara ambien. Hujan dapat mengurangi konsentrasi zat pencemar di udara karena hujan akan menyapu partikulat dengan metode basah, yaitu bahan pencemar atau polutan PM_{10} yang terkumpul dalam awan atau butiran hujan yang kemudian akan mencurahkan, disebut penghujan (Neiburger,1995). Jika dihubungkan dengan data meteorologi hasil pengukuran, angin dominan bertiup berasal dari arah timur laut dengan kecepatan rendah ($0,9\text{m}/\text{s}$), sehingga konsentrasi yang terukur diperkirakan berasal dari sekitar lokasi pengukuran, musim hujan juga mempengaruhi kecilnya konsentrasi PM_{10} . Untuk kelembaban lokal saat pengukuran menunjukkan angka 70%. dari literatur yang diperoleh, kelembaban $\geq 70\%$ menyebabkan berkurangnya konsentrasi di udara ambien akibat partikulat berikatan dengan air di udara sehingga membentuk partikulat yang berukuran besar yang menyebabkan partikulat mudah mengendap (Mukono,2003).

3.4.2 Komposisi Anorganik PM_{10}

Dari hasil analisis diperoleh komposisi anorganik PM_{10} terbesar hingga terkecil secara berurutan dalam satuan persen (%), yaitu : Na 21,62%; Ca 3,89%; Fe 2,04%; K 1,43%; Mg 0,57%; Pb 0,17%; Mn 0,05%; Zn 0,03%; Cu 0,01% dan sisanya dalam satuan ppm: Cd ; Ni; Cr; Co; As; Hg. Untuk mempermudah analisis, satuan dikonversi ke dalam bentuk $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Belum adanya pengaturan konsentrasi unsur logam anorganik di Indonesia, sehingga digunakan beberapa peraturan Internasional.

Jika dibandingkan konsentrasi unsur anorganik yang ada dengan beberapa baku mutu Internasional, diperoleh Kobalt (Co) dan Timbal (Pb) melebihi baku mutu untuk konsentrasi pengukuran 24 jam. Kobalt (Co) diatur dalam OAQC (Ontario Ministry of the Environment Ambient Air Quality Criteria), sebesar $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan hasil analisis $0.114 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi Timbal (Pb) diatur sebesar $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan hasil analisis $13.145 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ini berarti konsentrasi Timbal telah melebihi baku mutu yang ditentukan.

Dari semua unsur yang anorganik yang terdapat dalam konsentrasi PM_{10} , unsur yang berhubungan dengan gangguan pernapasan atas (ISPA) diantaranya adalah Na, K, Mg, Mn, Zn, Cd, Cr, Cu, Co, As. Unsur-unsur tersebut menurut studi pustaka dapat mengakibatkan sesak napas, batuk, demam, asma dan gangguan pernapasan atas lainnya.

Sedangkan unsur anorganik yang dapat berpengaruh terhadap mortalitas adalah Pb, As, Co, Cu, K dan Hg. Di bawah ini adalah tabel perkiraan sumber unsur anorganik PM_{10} yang berhubungan dengan mortalitas dan morbiditas.

Tabel 6 Perkiraan Dampak dan Sumber Unsur Anorganik PM₁₀ dari Kawasan Pemukiman

Sumber	Jumlah Sumber	Unsur Anorganik yg dihasilkan	Kegunaan
➤ industri barang logam	1	Na	Digunakan untuk membuat warna logam lebih berkilau
		Cu	Digunakan untuk pelapisan logam
		Mg	Campuran pembuatan logam
		Zn	Seng digunakan sebagai campuran prestal, yang mengandung 78% seng dan 22% alumunium yang memiliki kekuatan seperti baja. Seng digunakan untuk menyepuh logam-logam dengan besi untuk menghindari karat
		Cd	Kadmium digunakan untuk pelapisan logam dan peleburan logam
		Cr	Logam kromium banyak digunakan untuk membuat pelat baja, pelapis logam dan cat
		Co	Kobalt merupakan unsur feromagnetik, bersama nikel dan besi dibuat campuran logam yang bernama alnico yang merupakan magnet yang sangat kuat. Digunakan sebagai campuran baja
		Ni	Digunakan sebagai pelindung baja dan tembaga, pelapis logam
		Fe	Digunakan untuk pembuatan besi baja
		Mn	Digunakan dalam campuran baja dan campuran beberapa
➤ industri perlengkapan & komponen kendaraan bermotor.	1	Mg	Dalam bentuk logam magnesium digunakan sebagai bahan tambahan logam dalam alumunium. Logam alumunium-magnesium ini biasa digunakan dalam pembuatan komponen otomotif atau truk
		Zn	Digunakan untuk membuat cetakan dalam industri otomotif
		Cd	Digunakan sebagai bahan pelapis ban
		Cr	Logam kromium banyak digunakan untuk membuat pelat baja, pelapis logam dan cat
		Co	Industri mobil memakai paduan bahan kobalt
➤ emisi sektor transportasi dan industri		Ni	Digunakan sebagai pigmen cat, produksi stainless steel dengan industri otomotif sebagai pemakai terbesar
		Cd	Kadmium berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil.
		Co	pembakaran batu bara dan pertambangan, pengolahan kobalt yang mengandung bijih dan produksi dan penggunaan bahan kimia kobalt.
		Pb	Ditemukan dalam bensin sebagai tetraetil,
➤ produksi pupuk. fosfat pada pertanian	841,107 Ha dari Luas Wilayah 1.503,162 Ha.	Hg	bersumber dari batu arang, baterai
		Cu	Digunakan dalam produksi fosfat pada pupuk.
		Mn	Digunakan dalam campuran, pupuk, pestisida
		K	Sumber Kalium berasal dari penggunaan pupuk
		As	Arsen terbentuk secara alami di batuan dasar dan tanah dan merupakan produk limbah dari peleburan serta pembuatan produk; seperti pestisida dan herbisida.
		Ni	Digunakan dalam pupuk pertanian
		Hg	Sebagai insektisida dan fungisida

Sumber : hasil analisis, 2012; Lenntech, 2012

4. SIMPULAN

- Konsentrasi PM₁₀ pada Kecamatan Rancasari yang mewakili kawasan pemukiman Kota Bandung adalah sebesar 54.41 µg/Nm³. Angka ini jika dibandingkan dengan baku mutu PM₁₀ untuk pengukuran 24 jam dalam PP No.41 Tahun 1999 masih dalam batas yang diperbolehkan (<150 µg/Nm³).
- Unsur anorganik yang berhubungan dengan morbiditas adalah Natrium (Na), Kalium (K), Magnesium (Mg), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Kobalt (Co), Arsen (As), Sedangkan unsur anorganik yang dapat berpengaruh terhadap mortalitas adalah Timbal (Pb), Arsen (As), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Kalium (K) dan Merkuri (Hg).
- Mortalitas dari tahun 2008-2011 cenderung mengalami penurunan, sedangkan morbiditas mengalami peningkatan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas bantuan PT.LG Inotek yang telah membantu dalam mendanai penelitian tugas akhir saya.

DAFTAR RUJUKAN

- BPLH Kota Bandung. Data Kualitas Udara Ambien Tahun (2006).
- Environmental Protection Agency. (U.S.) (1996). Air Quality Criteria for Particulate Matter. Research Triangle Park, N.C.: Office of Research and Development, Office of Health and Environmental Assessment. EPA report no.EPA/600/P-95/001aF.
- Lenntech. (2012). Elements metals. Diakses pada 20 Juli 2012. <http://www.lenntech.com/periodic/elements/index.htm>
- Mukono HJ. (2003). Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Airlangga University Press. Surabaya
- Peraturan Pemerintah No.14 Tahun (1999) tentang Pengendalian Pencemaran Udara SNI 19-7119.3-2005 tentang Cara Uji Partikel Tersuspensi Total (Cara Uji Ini Berisi Tentang Pengukuran PM10) Menggunakan Peralatan Hi-Vol Sampler dengan Metode Gravimetri.
- The Department of Environment and Conservation (Western Australia). Heavy Metal Perth Metropolitan Area. (2012). diakses 2 Juli (2012). http://portal.environment.wa.gov.au/portal/page?_pageid=54,3558366&_dad=portal&_schema=PORTAL