

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN PARTICULATE MATTER (PM₁₀) PADA PEDAGANG KAKI LIMA AKIBAT AKTIVITAS TRANSPORTASI (Studi Kasus : Jalan Kaligawe Kota Semarang)

Astri Wulandari, Yusniar Hanani D, Mursid Raharjo

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Diponegoro

Email : wulanastri28@gmail.com

Abstract :Kaligawe Street has the highest traffic density according to traffic survey on 2014 which is 6.819,35 passenger car unit/hour. This leading to the amount of emission particularly particulate matter. PM₁₀ is a hazardous particulate which can cause various health problems to death. The estimates concentration of PM₁₀ in 2014 has exceeded the threshold. Thus, it can leading to risk of health problems. The aim of this research is to ascertain the risk of health problems to cadger in Kaligawe Street due to PM₁₀ exposure. This research is an analytical observational research with cross sectional plan and using the method of Environmental Health Risk Assessment. Population on this research are women cadger working in Kaligawe street totaling 53 person. Result obtained, the minimum concentration of PM₁₀ is 41,97µg/Nm³, maximum 104.05 µg/Nm³, and the average 72,42 µg/Nm³. The result of univariate analysis showed 67,9% respondent have time exposure >8 hours/day, 94,3% have frequency exposure 350 days/year, and 73,6% have duration of time ≥10 years. The calculation of RQ indicate the average of RQ in minimum concentration is 0,294, maximum concentration 0,728, and average concentration is 0,507. This value is less than 1 (RQ <1), thus, level of risk for women cadger is still safe. The value of RQ > 1 found in maximum concentration are 20,7% of respondent and 9,4% in average concentration. Estimates level of risk in average concentration is no longer safe in the following 15 years, and for maximum concentration is no longer safe in the following 5 years.

Keywords : PM₁₀, health risk, EHRA, Kaligawe, Semarang City

Bibliography : 68, 1999-2016

PENDAHULUAN

Pencemaran udara pada saat ini sudah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Semakin banyak berita mengenai

pencemaran udara yang terjadi di perkotaan yang tidak jarang menyebabkan kasus kematian. Menurut WHO, sekitar tujuh juta

manusia meninggal pada tahun 2012 disebabkan oleh polusi udara. Hingga tahun 2016, terhitung sekitar 200.000 kematian dini setiap tahun di Amerika Serikat disebabkan oleh kegiatan industri yang berat, transportasi, serta *commercial* dan *residential heating*.¹

Di Indonesia, pencemaran udara semakin meningkat setiap tahunnya dan mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Hal ini dapat terlihat dari banyaknya berita yang diterbitkan terkait dengan polusi udara yang terjadi. Jakarta merupakan salah satu kota dengan kadar polutan/partikulat tertinggi setelah Beijing menurut World Bank. Menurut hitungan kasar dari World Bank pada tahun 1994 dengan mengambil contoh kasus kota Jakarta, jika konsentrasi partikulat (PM) dapat diturunkan sesuai standar WHO, diperkirakan akan terjadi penurunan diantaranya 31 juta gejala penyakit saluran pernapasan setiap tahunnya, serta dapat meningkatkan efisiensi 7,6 juta hari kerja yang

hilang akibat penyakit saluran pernapasan.²

Sektor transportasi memegang peranan penting dalam pencemaran udara yang terjadi. Berbagai studi menunjukkan bahwa transportasi merupakan sumber utama dari pencemaran udara dimana sektor transportasi menyumbang sebesar 70% dari total pencemaran udara.³Salah satu jenis pencemar udara yang paling sering ditemukan adalah partikel, yaitu suatu pencemar udara yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan.⁴*Particulate Matter* (PM₁₀) merupakan partikel-partikel udara dalam wujud padat yang berdiameter kurang dari 10 mikrometer, dimana aktivitas transportasi merupakan sumber pencemar utama dari PM₁₀.^{5,6}

Data hasil pengukuran kualitas udara ambien kota Semarang oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang menunjukkan adanya

peningkatan kadar debu di Jalan Kaligawe. Pada tahun 2012, kadar debu meningkat menjadi $848,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dimana terjadi kenaikan sebesar $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debu. Kemudian pada tahun 2013, kadar debu di Jalan Kaligawe mengalami penurunan menjadi $762 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Walaupun terjadi penurunan, kadar debu di Jalan Kaligawe mengalami peningkatan lagi pada tahun 2014 menjadi $865 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan volume lalu lintas $6.819,35$ smp/jam. Karena sebesar 68% TSP merupakan PM_{10} ,⁷ maka dapat diprediksikan bahwa konsentrasi PM_{10} di Jalan Kaligawe pada tahun 2014 yaitu sebesar $588,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dimana kadar ini telah melebihi baku mutu sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah (PP nomor 41 tahun 1999)⁸ maupun Keputusan Gubernur Jawa Tengah (SK Gubernur Jawa Tengah nomor 8 tahun 2001).⁹

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian observasional analitik dengan menggunakan metode Analisis

Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), dimana metode ini digunakan untuk memprediksi besarnya risiko dengan titik tolak dari kegiatan pembangunan yang sudah berjalan, risiko saat ini dan memprakirakan besarnya risiko di masa yang akan mendatang.¹⁰ Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan *cross sectional*.

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi PM_{10} pada Jalan Kaligawe Kota Semarang dengan sampel sebanyak 2 titik dan masing-masing 1 jam di pagi dan sore hari. Sebagai target populasi subjek pada penelitian ini adalah seluruh pedagang kaki lima (PKL) berjenis kelamin wanita yang berjualan di sepanjang sisi trotoar kanan dan kiri Jalan Raya Kaligawe Kota Semarang. Dari survey pendahuluan, didapatkan jumlah PKL perempuan yang berjualan di sepanjang sisi trotoar kanan dan kiri Jalan Raya Kaligawe yaitu sebanyak 53 orang. Sampel subjek pada penelitian ini merupakan seluruh populasi subjek (*total sampling*)

yaitu sebanyak 53 orang PKL berjenis kelamin wanita.

Data primer penelitian merupakan konsentrasi PM₁₀ di Jalan Kaligawe yang didapatkan melalui *sampling* udara ambien di Jalan kaligawe sebanyak 2 titik pada masing-masing 1 jam di pagi dan sore hari dan wawancara singkat mengenai karakteristik responden. Data sekunder berasal dari data yang diperoleh dari Badan Lingkungan Hidup Kota Semarang berupa data kualitas udara ambien Kota Semarang dan dari Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika berupa data survey lalu lintas Kota Semarang.

Analisis yang digunakan yaitu analisis univariat dan analisis dengan metode ARKL. Analisis univariat merupakan analisis deskriptif dimana dilakukan pembuatan tabel dan distribusi frekuensi dari masing-masing variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Analisis selanjutnya yaitu dengan metode ARKL. Dalam metode ARKLakan diperkirakan tingkat risiko nonkarsinogenik (RQ)

pajanan PM₁₀. Terdapat empat tahap dalam ARKL yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pajanan, dan karakterisasi risiko.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Bahaya

Tabel 1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi	Uraian
Agen Risiko	PM ₁₀
Media Lingkungan	Udara ambien
Sifat	Non Karsinogenik Karsinogenik - Batuk - Sesak nafas - Nyeri dada - Iritasi pada mata
Efek Akut (short-term)¹¹	- Detak jantung tidak beraturan - Menurunkan fungsi paru - Memperparah penyakit paru dan jantung - Gangguan sistem syaraf dan pembuluh darah
Efek Kronis (long-term)	- Memicu kematian dini pada orang dengan penyakit paru dan jantung

PM₁₀ dapat bersifat non karsinogenik maupun karsinogenik. Sifat karsinogenik PM₁₀ disebabkan oleh kandungan yang terdapat di dalam PM₁₀ seperti

PAH dan timbal. Analisis kandungan unsur pada PM₁₀ memungkinkan penilaian risiko kesehatan yang berhubungan dengan paparan unsur yang melekat pada PM₁₀ secara inhalasi.¹² Pada penelitian ini, tidak dilakukan identifikasi kandungan unsur-unsur dalam PM₁₀ terutama kandungan PAH sehingga tidak memungkinkan dalam perhitungan risiko karsinogenik.

Efek non karsinogenik dari PM₁₀ dapat dilihat dari efek akut dan efek kronik yang disebabkan oleh paparan PM₁₀. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa efek akut paparan PM₁₀ yaitu berkurangnya kemampuan bergerak pada makrofag dan fagositosis dalam suatu cara yang dapat membuktikan kerusakan terhadap *particle clearance* dari daerah alveolar paru-paru. Penurunan *particle clearance* ini kemudian akan memicu peradangan.¹³ Selain itu, efek akut dari

paparan partikel yaitu batuk, nafas menjadi pendek, sesak nafas, nyeri pada dada, detak jantung tidak beraturan dan iritasi pada mata.

Efek kronis akibat paparan PM₁₀ dapat muncul setelah terjadinya kontak selama beberapa hari, minggu, bulan, bahkan hingga hitungan tahun. Berbagai studi menemukan hubungan PM₁₀ dengan beberapa kelainan kesehatan seperti menurunkan fungsi paru, memperparah penyakit paru dan jantung, gangguan sistem syaraf dan pembuluh darah. PM₁₀ juga sering dikaitkan dengan angka mortalitas. Efek kronis yang paling berbahaya dari PM₁₀ yaitu dapat memicu kematian dini pada orang dengan penyakit paru dan jantung,

2. Analisis Dosis-respon

Nilai rfc untuk PM₁₀ belum terdapat pada IRIS (*Integrated Risk Information System*) maupun MRL (*Minimum Risk Level*) table, sehingga nilai konsentrasi

referensi untuk Pm_0 diturunkan dari baku mutu oleh WHO.

$$Rfc = \frac{0,05 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun}}{70 kg \times 365 hari/tahun}$$

$$= 0,014 mg/kg/hari$$

3. Analisis Paparan

a. Konsentrasi PM_{10} di Udara
Hasil pengukuran konsentrasi PM_{10} di Jalan Kaligawe didapatkan konsentrasi minimum sebesar $41,97 \mu g/Nm^3$, maksimum sebesar $104,05 \mu g/Nm^3$, dan rata-rata $72,42 \mu g/Nm^3$. Konsentrasi ini masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan dalam PP No. 41 tahun 1999 dan SK Gubernur Jawa Tengah no. 8 tahun 2001.

b. Laju Asupan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata berat badan responden yaitu 56 kg. Angka ini berada di bawah nilai *default* yang ditetapkan EPA sebesar 20% sehingga diperlukan

penyesuaian nilai laju asupan. Adapun penyesuaian nilai laju asupan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$y = 5,3 \ln(x) - 6,9$$

Nilai laju asupan yang digunakan dalam perhitungan asupannya adalah nilai yang didapatkan dari perhitungan penyesuaian yaitu $0,60 m^3/jam$.

c. Lama Paparan

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kategori Lama Paparan (t_E)

Lama Paparan (jam/hari)	Frekuensi	Persentase (%)
> 8	36	67,9
≤ 8	17	32,1
Total	53	100

Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar PKL memiliki lama paparan > 8 jam per hari sebanyak 67,9%.

d. Frekuensi Paparan

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Frekuensi Paparan (f_E)

Frekuensi Paparan (hari/tahun)	Frekuensi	Persentase (%)
--------------------------------	-----------	----------------

un)		
298	3	5,7
350	50	94,3
Total	53	100

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar PKL memiliki frekuensi pajanan 350 hari/tahun sebesar 94,3%.

e. Durasi Pajanan

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Kategori Durasi Pajanan (Dt)

Durasi Pajanan (tahun)	Frekuensi	Persentase (%)
≥ 10 tahun	39	73,6
< 10 tahun	14	26,4
Total	53	100

Tabel 4 menunjukkan bahwa sebagian besar PKL memiliki durasi pajanan ≥ 10 tahun sebesar 73,6%.

f. Berat badan

Hasil analisis univariat menunjukkan median berat badan PKL yaitu sebesar 56 kg (SD. 10,538).

g. Periode Waktu Rata-rata

Periode waktu rata-rata yang digunakan yaitu

durasi pajanan dikalikan 365 hari/tahun untuk zat non karsinogen. Nilai durasi pajanan yang digunakan yaitu durasi pajanan rata-rata atau 15 tahun. Sehingga nilai t_{avg} yang digunakan untuk perhitungan asupan pada penelitian ini yaitu 15 tahun x 365 hari/tahun atau sama dengan 5.475 hari.

h. Asupan

Setelah mendapatkan nilai dari masing-masing variabel di atas, maka dapat dilakukan perhitungan asupan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Ink = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

Keterangan :

I_{nk} = intake / asupan (mg/kg/hari)

C = konsentrasi agen risiko pada median udara (mg/m³)

R = laju inhalasi (m³/jam)

t_E = lama pajanan (jam/hari)

f_E = frekuensi pajanan
(hari/tahun)

D_t = durasi pajanan
(tahun)

W_b = berat badan (kg)

t_{avg} = periode waktu rata-rata
(hari)

Perhitungan asupan rata-rata pada PKL di Jalan Kaligawe dapat dilihat sebagai berikut.

1. Asupan pada Konsentrasi Minimum

$$Ink = \frac{0,04197 \times 0,6 \times 10 \times 350 \times 15}{56 \times 5.475}$$

$$Ink = 0,004 \text{ mg/kg/hari}$$

2. Asupan pada Konsentrasi Maksimum

$$Ink = \frac{0,10405 \times 0,6 \times 10 \times 350 \times 15}{56 \times 5.475}$$

$$Ink = 0,010 \text{ mg/kg/hari}$$

3. Asupan pada Konsentrasi Rata-rata

$$Ink = \frac{0,07242 \times 0,6 \times 10 \times 350 \times 15}{56 \times 5.475}$$

$$Ink = 0,007 \text{ mg/kg/hari}$$

4. Karakterisasi Risiko
Karakterisasi risiko merupakan langkah terakhir

pada Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), dimana pada tahap ini peneliti akan mendapatkan tingkat risiko untuk efek non karsinogenik pajanan PM_{10} terhadap PKL. Nilai RQ ini akan melihat karakterisasi risiko pada PKL dengan konsentrasi agen risiko minimal, maksimal, dan rata-rata

Tabel 5. Hasil Perhitungan RQ

	Min	Mean	SD
	Maks	Median	Varians
RQ pada C_{min} (41,97 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0,0005 0,955	0,294 0,260	0,217 0,047
RQ pada C_{max} (104,05 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0,001 2,368	0,728 0,645	0,537 0,289
RQ pada $C_{rata-rata}$ (72,42 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	0,001 1,648	0,507 0,449	0,374 0,140

Tabel 5 menunjukkan bahwa RQ rata-rata pada konsentrasi minimum yaitu 0,294, pada konsentrasi maksimum 0,728, dan pada konsentrasi rata-rata yaitu 0,507. Nilai RQ rata-rata baik pada konsentrasi minimum, maksimum, maupun rata-rata masih berada di bawah 1 ($RQ < 1$) sehingga dapat dikatakan bahwa risiko yang diterima

oleh PKL di Jalan Kaligawe Kota Semarang masih dapat dikatakan **aman**. Hal ini disebabkan oleh rendahnya konsentrasi agen risiko yang masih berada di bawah baku mutu. Namun, meskipun konsentrasi agen risiko ini masih berada di bawah baku mutu, tidak membebaskan seluruh populasi dari risiko gangguan kesehatan. Hal ini dapat dilihat dari masih ditemukannya nilai $RQ > 1$ pada beberapa responden. Rekapitulasi RQ pada masing-masing responden dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi RQ

Konsentra si PM_{10}	$RQ < 1$		$RQ > 1$	
	f	%	f	%
$C_{min} =$ 41,97 $\mu g/Nm^3$	5	100	0	0
$C_{max} =$ 104,05 $\mu g/Nm^3$	4	79,	1	20,
$C_{rata-rata} =$ 72,42 $\mu g/Nm^3$	2	2	1	7
	4	90,	5	9,4
	8	6		

Dapat dilihat pada tabel 6 bahwa pada konsentrasi rata-rata, terdapat 5 PKL yang memiliki nilai $RQ > 1$ dan pada konsentrasi maksimum,

terdapat 11 PKL yang memiliki nilai $RQ > 1$. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi agen pencemar masih di bawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada beberapa PKL.

Nilai $RQ > 1$ ini didukung oleh pernyataan PKL yang merasakan beberapa keluhan kesehatan yang merupakan gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh debu. Keluhan kesehatan yang dirasakan yaitu berupa batuk (43%), sesak nafas (34%), nyeri dada (17%), iritasi mata (9%) dan pusing (38%). Keluhan-keluhan ini merupakan gejala potensial yang dapat dialami seseorang apabila terpapar PM_{10} terutama dalam waktu yang cukup lama.

Hal ini didukung oleh BPLH Kota Bandung dalam Leinawati (2013) bahwa meskipun besar konsentrasi PM_{10} masih berada di bawah baku mutu, namun kontribusi

PM₁₀ di udara ambien terhadap kematian adalah 87,27% dan terhadap insidensi ISPA adalah 87,95%. Hal ini disebabkan karakteristik PM₁₀ yang meliputi senyawa organik dan anorganik. Berdasarkan analisisnya, Leinawati menemukan komposisi anorganik PM₁₀ terbesar hingga terkecil secara berurutan yaitu : Na (21,62%), Ca (3,89%), Fe (2,04%), K (1,43%), Mg (0,57%), (Pb 0,17%), Mn (0,05%), Cu (0,01%), dan sisanya dalam satuan ppm: Cd, Ni, Cr, Co, As, Hg. Unsur-unsur ini, terutama Na, K, Mg, Mn, Zn, Cd, Cr, Cu, Co, As merupakan unsur yang berhubungan dengan gangguan pernapasan atas (ISPA) yang dapat menyebabkan sesak napas, batuk, demam, asma dan gangguan pernafasan atas lainnya. Sedangkan unsur Pb, As, Co, Cu, K dan Hg dapat berpengaruh terhadap mortalitas.¹⁴

Nilai RQ > 1 ini menunjukkan bahwa asupan PM₁₀ ke dalam tubuh PKL telah melewati batas dosis pajanan harian yang diperkirakan tidak menimbulkan efek kesehatan yang merugikan. Tingginya asupan PM₁₀ pada PKL di Kaligawe ini tentu tidak lepas dari faktor pajanan seperti lama pajanan dan durasi pajanan PKL. Dapat dilihat bahwa PKL dengan *intake* PM₁₀ tertinggi memiliki lama pajanan 13 jam per hari dan telah bekerja sebagai PKL di Jalan Kaligawe selama 46 tahun. PKL dengan *intake* PM₁₀ tertinggi ini merupakan PKL dengan durasi pajanan tertinggi diantara PKL lainnya. Sedangkan PKL dengan *intake* PM₁₀ terkecil yaitu PKL dengan lama pajanan 4 jam per hari dan telah bekerja 0,08 tahun atau 1 bulan sebagai PKL di Jalan Kaligawe. PKL dengan *intake* PM₁₀ terendah merupakan PKL dengan durasi pajanan terendah diantara PKL

lainnya. Hal ini membuktikan bahwa durasi pajanan sangat berpengaruh terhadap *intake* PM₁₀ terhadap PKL. Hal ini sejalan dengan penelitian Mengkidi (2006) yang menemukan hubungan antara masa kerja dengan gangguan fungsi paru (*p value* = 0,017).¹⁵

Estimasi Tingkat Risiko pada PKL

Estimasi karakterisasi risiko bertujuan untuk memproyeksi tingkat risiko yang diterima oleh PKL pada beberapa tahun ke depan. Dalam estimasi tingkat risiko ini, peneliti ingin melihat tingkat risiko yang diterima oleh PKL di Jalan Kaligawe pada 5 tahun, 10 tahun, dan 15 tahun ke depan. Nilai yang digunakan dalam perhitungan yaitu lama pajanan 10 jam/hari, frekuensi pajanan 350 hari/tahun, durasi pajanan 15 tahun, berat badan 56 kg, dan periode waktu rata-rata 5.745 hari. Hasil perhitungan estimasi

tingkat risiko dapat dilihat pada tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Estimasi Tingkat Risiko pada PKL

	Proyeksi Durasi Pajanan (Dt)		
	5 tahun yang akan datang	10 tahun yang akan datang	15 tahun yang akan datang
RQ pada C _{min} (41,97 µg/Nm ³)	0,411	0,513	0,616
RQ pada C _{max} (104,05 µg/Nm ³)	1,018	1,273	1,527
RQ pada C _{rata-rata} (72,42 µg/Nm ³)	0,709	0,886	1,063

Tabel 7 menunjukkan bahwa tingkat risiko yang diterima PKL pada konsentrasi minimum masih aman hingga 15 tahun ke depan. Pada konsentrasi maksimum, tingkat risiko yang diterima PKL sudah tidak aman pada 5 tahun ke depan, sedangkan pada konsentrasi rata-rata, tingkat risiko yang diterima PKL masih aman hingga 10 tahun ke depan

dan menjadi tidak aman pada 15 tahun ke depan.

KESIMPULAN

1. Sebagian besar responden telah mengalami efek akut dari PM_{10} berupa batuk (81,1%), sesak nafas (69,8%), nyeri dada (32,1%), dan iritasi mata (16,9%).
2. Hasil survey volume lalu lintas rata-rata di Jalan Kaligawe mengalami peningkatan dari tahun 2014 yaitu 6.819,35 smp/jam pada tahun 2014 menjadi 8.968,5 smp/jam dengan rasio V/C 0,94.
3. Konsentrasi PM_{10} rata-rata di Jalan Kaligawe yaitu 72,42 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, dengan konsentrasi minimum 41,97 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan konsentrasi maksimum 104,05 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dimana kadar ini masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan PP No. 41 tahun 1999 maupun SK Gubernur Jawa Tengah no. 8 tahun 2001 yaitu 150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.
4. Nilai RQ untuk PKL di Jalan Kaligawe baik pada konsentrasi minimum,

maksimum, maupun rata-rata masih kurang dari 1 sehingga tingkat risiko yang diterima oleh PKL masih dapat dikatakan aman.

5. Terdapat responden dengan nilai $RQ > 1$ yaitu pada konsentrasi rata-rata sebesar 9,4% dan pada konsentrasi maksimum (104,05 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) sebesar 20,7%. Pada konsentrasi minimum (41,97 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$), seluruh responden memiliki nilai $RQ < 1$.
6. Estimasi karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang diterima PKL pada konsentrasi PM_{10} rata-rata sudah tidak aman pada 15 tahun yang akan datang, sedangkan pada konsentrasi PM_{10} maksimum sudah tidak aman pada 5 tahun yang akan datang.

SARAN

1. Bagi Pedagang Kaki Lima
 - a. Mengurangi jam kerja harian dan hari kerja dalam seminggu sehingga

- paparan PM_{10} tidak berlangsung terlalu lama dan dapat mengurangi asupan PM_{10} pada PKL.
- b. Pentingnya peningkatan kesadaran diri penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) berupa masker pada PKL.
2. Bagi Pemerintah
 - a. Penambahan vegetasi di Jalan Kaligawe sehingga dapat mengurangi kadar PM_{10} di udara (pada tahun 2010 hanya mencapai total 121 pohon atau 3 pohon setiap 100 m jalan).
 - b. Pentingnya penyesuaian ulang baku mutu PM_{10} , dimana di Indonesia, baku mutu untuk PM_{10} di udara ambient yaitu $150 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dimana nilai ini cukup jauh di atas ambang batas internasional yang ditetapkan WHO yaitu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 3. Bagi Peneliti Lain
 - a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang menyebabkan tingkat risiko yang diterima tidak aman walaupun dengan konsentrasi PM_{10} yang masih berada di bawah baku mutu.
 - b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui dampak pajanan PM_{10} terhadap kesehatan PKL maupun masyarakat yang tinggal di sekitar Jalan Raya Kaligawe terutama dengan mengukur *biomarker* seperti kapasitas vital paru pada PKL.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darnila N, dan Milman O. *Ratusan Ribu Jiwa Akan Terselamatkan, Jika Berhasil Memangkas Gas Emisi Rumah Kaca*. 2016. (online), (diunduh dari <http://nationalgeographic.co.id/berita/2016/02/ratusan-ribu-jiwa-akan-terselamatkan-jika-berhasil-memangkas-gas-emisi-rumah-kaca> diakses pada 27 Februari 2016)
2. BumiKita. *Pencemaran Udara: Penyebab dan Dampaknya*. 2015. (online) (diunduh dari <http://www.lingkunganhidup.c>

- o/pencemaran-udara-sebab-dan-dampaknya/ diakses pada 18 Maret 2016)
3. Yusrianti. *Studi Literatur tentang Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Kota Surabaya*. Jurnal Teknik Lingkungan 1.1 (2015): 33-42.
 4. Setiani O, dan Fikri E. *Analisis Perbedaan Kapasitas Fungsi Paru Pada PKL Berdasarkan Kadar Debu Total Ambien di Jalan Nasional Kota Semarang Tahun 2010*. Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia 6.1. 2010.
 5. Suhadi DR, dan Butarbutar P. *Strategi Dan Rencana Aksi Lokal, Daerah Khusus Ibukota Jakarta Untuk Peningkatan Kualitas Udara Perkotaan, LSAP UAQI*. Jakarta: Bappenas.2006.
 6. Wijayanti NR. *Analisis Pengaruh Kepadatan Lalu Lintas Terhadap Konsentrasi Particulate Matter 10 (PM₁₀) (Studi Kasus: Jalur Pantura, Batang)*. Disertasi Universitas Diponegoro, 2010. Diunduh dari <http://eprints.undip.ac.id/42694/> diakses pada 17 Maret 2016)
 7. Petters A, Skorkovsky J, Katesovee F, Brinda J, Spix C, Whichmann HE, et al. *Association between Mortality and Air Pollution in Central Europe*. Environ Health Perspect 108:283-287. 2000.
 8. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional.
 9. Surat Keputusan Gubernur Propinsi Jawa Tengah Nomor 8 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Udara Ambien di Propinsi Jawa Tengah
 10. Direktorat Jenderal PP dan PL Kementerian Kesehatan. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. 2012.
 11. US EPA. *Overview of Particle Air Pollution (PM_{2.5} and PM₁₀)*. El Savador. 2012. (online), (diunduh dari <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-05/documents/huff-particle.pdf> diakses pada 18 Juni 2016)
 12. Lichtfouse E, Schwarzbauer J, dan Robert D. *Pollutant Diseases, Remediation and Recycling*. Switzerland: Springer. 2013.
 13. Barlow P, Brown D, Donaldson K, dan Stone V. *Reduced Alveolar Macrophage Migration Induced by Acute Ambient Particle (PM₁₀) Exposure*. Cell Biology and Toxicology 24(3):243-52 · July. 2008.
 14. Leinawati T. *Studi Identifikasi Karakteristik Anorganik PM₁₀ terhadap Mortalitas dan Morbiditas di Udara Ambien pada Kawasan Pemukiman*.

REKA LINGKUNGAN 1.1
(2013).

15. Mengkidi D. *Gangguan Fungsi Paru Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya Pada*

Karyawan PT. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan. Diss. program Pascasarjana Universitas Diponegoro, 2006. (diunduh dari <http://eprints.undip.ac.id/15485/> diakses pada 25 Mei 2016)

