

RISIKO PAPARAN SENG (Zn) DALAM PM 2,5 PADA UDARA AMBIEN TERHADAP POLISI DI JALAN RINGROAD UTARA KABUPATEN SLEMAN

Maydinda Kahar Dwianjani

15513173

ABSTRACT

Vehicle exhaust emissions containing PM_{2.5} in which there is heavy metal, one of which is heavy metal zinc (Zn). This study was conducted to determine the concentration of zinc (Zn) in PM_{2.5} in ambient air through the inhalation pathway so that the risk characterization of zinc heavy metal (Zn) on the health of respondents excreted in urine was located at the Kentungan intersections and Condong Catur intersections, Yogyakarta. The method of testing samples is based on SNI 7119-3: 2017 then for heavy metals zinc (Zn) based on SNI 7119-4: 2017 concerning the procedure for testing the levels of lead (Pb) of the wet destruction method using a flame atomic absorption spectrophotometer. Based on the calculation of the average concentration of heavy metals Zn in PM_{2.5} at both location sampling when weekday is 2,41 µg/m³ ; 0,36 µg/m³. While on weekends is 1,31 µg/m³ ; 0,13 µg/m³. For the highest inhalation intake results at Kentungan intersection of 0,0002 µg/m³ while at the Condong Catur intersection the highest inhalation intake is 0,00004 µg/m³. The level of risk generated based on the calculation of RQ is still in the safe category, with the value of RQ ≤ 1.

Keywords: *heavy metals (Zn), Inhalation intakes, PM_{2.5}.*

ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan masalah yang harus diperhatikan, terlebih untuk kota besar termasuk D.I.Yogyakarta. Pencemaran udara akan terus bertambah sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi, termasuk penggunaan kendaraan pribadi yang dapat menyumbang polutan di udara. Pembakaran emisi buang kendaraan mengandung PM_{2,5} yang didalamnya terdapat logam berat, salah satunya logam berat seng (Zn). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat seng (Zn) dalam PM_{2,5} pada udara ambien melalui jalur inhalasi sehingga didapatkan karakterisasi risiko logam berat seng (Zn) terhadap kesehatan responden yang tereksresi pada urin, berlokasi di Perempatan Kentungan dan Perempatan

Condong Catur Yogyakarta. Metode pengambilan sampel uji berlandaskan pada SNI 7119-3:2017 kemudian untuk pengujian logam berat seng (Zn) berlandaskan pada SNI 7119-4:2017 tentang tata cara uji kadar timbal (Pb) metode destruksi basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala. Berdasarkan perhitungan konsentrasi rata-rata logam berat Zn dalam PM_{2,5} saat hari kerja di lokasi 1 dan lokasi 2 secara berturut sebesar 2,41 µg/m³ ; 0,36 µg/m³. Sedangkan saat akhir pekan secara berturut sebesar 1,31 µg/m³ ; 0,13 µg/m³. Untuk hasil Intake inhalasi tertinggi di Perempatan Kentungan sebesar 0,186 µg/m³ sedangkan di Perempatan Condong Catur intake inhalasi tertinggi sebesar 0,0384 µg/m³. Tingkat risiko yang dihasilkan berdasarkan perhitungan RQ masih dalam kategori aman, dengan nilai RQ ≤ 1.

Kata kunci : *Intake* inhalasi, Logam berat Zn, PM_{2.5}.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masalah yang harus diperhatikan, terlebih untuk daerah kota besar termasuk Daerah Istimewa Yogyakarta. Parameter pencemar udara diantaranya terdapat debu, sulfur dioksida, oksida nitrogen, karbon dioksida dan senyawa lainnya yang berbahaya bagi tubuh bila terakumulasi terlalu banyak. Pencemaran udara akan terus bertambah sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi. Semakin berkembangnya pertumbuhan ekonomi, masyarakat akan cenderung konsumtif termasuk dalam penggunaan bahan-bahan teknologi yang dapat menimbulkan pencemaran udara seperti penggunaan transportasi pribadi baik mobil maupun motor. Hal ini tentu memberikan kontribusi dalam penurunan kualitas udara yang dapat mengganggu kesehatan dan kenyamanan sosial. Menurut penelitian (Indriasari,2017) Penambahan volume lalu lintas pada hari libur terlihat banyaknya bus pariwisata dari luar kota. Kemacetan yang tinggi menunjukkan semakin banyak masyarakat yang berwisata dan beberapa faktor seperti simpang jalan yang ramai, parkir liar, pertemuan jalan, pasar tumpah, lebar jalan, area perdagangan dan volume yang besar seperti mall.

Dalam udara ambien terdapat partikel yang dapat menurunkan kesehatan manusia. Udara ambien dapat tercemar melalui asap kendaraan yang dihasilkan oleh pembakaran kendaraan. Pembakaran kendaraan yang tidak sempurna menghasilkan berbagai logam berat didalamnya. Kendaraan bermotor menjadi penyumbang logam berat Zn dalam penggunaan bahan bakar solar dan rem pada kendaraan. (Rahmayanti,2018)

Udara ambien mengandung *Particulate matter*_{2,5}. *Particulate matter* 2,5 dapat masuk kedalam paru-paru tubuh melalui jalur inhalasi yang dapat berbahaya terhadap kesehatan

manusia. *Particulate matter*_{2,5} mengandung berbagai materi yang berbahaya terhadap tubuh termasuk unsur logam berat. Logam berat ini dapat berbagai macam unsur, contohnya besi (Fe), Cu (tembaga), Ar (Arsen), Cd (kadmium), Zn (Zink) dan lain-lain. Dalam penelitian ini logam berat yang akan dianalisis adalah logam berat Zn (Zink). Manusia yang berpotensi terpapar logam berat dari asap kendaraan adalah polisi. Hal ini karena polisi bekerja selama 8 jam dijalanan untuk mengatur lalu lintas kendaraan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Zn (Zink) dalam *particulate matter*_{2,5} pada udara ambien sehingga didapatkan analisis resiko logam berat Zn terhadap kesehatan polisi lalu lintas di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi Zn diudara ambien lokasi penelitian saat hari kerja dan akhir pekan dan untuk mengetahui intake inhalasi dan risiko Zn dalam PM_{2,5} terhadap kesehatan polisi di lokasi penelitian serta untuk mengetahui konsentrasi Zn didalam tubuh polisi yang tereksresi melalui urin.

Menurut penelitian (Mukthar dkk., 2013) yang bertujuan untuk menentukan kandungan beberapa unsur logam berat didalam PM_{2,5} dengan menggunakan metode *Standart Reference Material (SRM) air particulate on filter media*. Berdasarkan jurnal tersebut, telah terdeteksi konsentrasi dari 15 unsur logam berat di udara ambien, salah satunya logam berat Zn sebesar 37,35 ng/m³.

2. METODE PENELITIAN

Pada masing-masing simpang empat jalan, dilakuan pengukuran di satu titik yang ditentukan berdasarkan tata guna lahan dan fungsi area yaitu di area dekat dengan pos polisi. Area di diket pos polisi berfungsi sebagai jalur yang di gunakan sebagai jalur untuk kendaraan bermobilisasi, sehingga responden yang terpapar langsung dengan logam berat Seng (Zn) dalam debu adalah polisi yang bertugas. Waktu penelitian dilakukan selama 8 jam mulai dari pukul 06.00 – 14.00 WIB pada hari Jum'at dan Senin sebagai perwakilan pertengahan pekan (*weekdays*) dan hari Sabtu dan Minggu sebagai perwakilan akhir pekan (*weekend*).

Metode penelitian dalam pengambilan data dilakukan dengan 3 metode, yaitu :

1. Metode pengukuran lapangan

Metode ini dilakukan untuk mendapatkan sampel PM_{2,5} di perempatan *ringroad* Condong Catur dan perempatan *ringroad* Kentungan. pengambilan sampel yang dilakukan selama periode waktu 8 jam. Periode waktu pengambilan sampel selama 8 jam karena berdasarkan pedoman ARKL tahun 2012 untuk pajanan pada lingkungan kerja sebesar 8 jam setiap harinya. Pengambilan sampel dilakukan selama 4 hari disetiap lokasi, yaitu 2

hari saat hari Sabtu dan Minggu sebagai perwakilan akhir pekan. Hal ini karena saat hari tersebut, jumlah kendaraan dan kemacetan lalu lintas meningkat. Serta hari Senin dan Jum'at sebagai perwakilan hari kerja, karena hari tersebut merupakan hari produktif untuk bekerja dan aktivitas pendidikan. Pengambilan contoh uji parameter meteorologis seperti suhu, kecepatan angin, tekanan udara dan kelembaban udara dilakukan pencatatan setiap 1 jam sesuai dengan SNI nomor 7119-3:2017 mengenai uji *Total Suspended Particulate* (TSP) metode gravimetri udara ambien, yaitu menggunakan media penyaring (kertas filter) dengan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS).

2. Metode pengambilan sampel urin

Metode ini dilakukan untuk memperoleh sampel urin dari agen / pihak responden yang dimana sampel urin ini diambil pada sebelum dan setelah bekerja dengan durasi bekerja selama 8 jam. Pengambilan sampel urin dilakukan oleh responden yang berbeda setiap harinya.

3. Metode kuisioner

Metode ini dilakukan untuk memperoleh data diri dari pihak responden yang akan digunakan pada tahap analisis risiko kesehatan. Pertanyaan yang akan diajukan dalam lembar kuisioner adalah data diri meliputi usia, berat badan, durasi bekerja dalam 1 hari, berapa lama telah bekerja menjadi polisi dan riwayat penyakit yang pernah diderita.

2.1. Alat dan Bahan

A. Alat

1) HVAS	1 buah
2) Kertas filter	8 Imbar
3) Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala	
4) Pemanas listrik dilengkapi dengan pengatur suhu	2 buah
5) Labu ukur 50 ml	4 buah
6) Erlenmeyer 250 ml	8 buah
7) Gelas ukur 1000 ml	1 buah
8) Pipet ukur 5 ml	1 buah
9) Pipet ukur 10 ml	1 buah
10) Pipet ukur 25 ml	1 buah
11) Botol vial	8 buah
12) Kertas saring berpori 80µg diameter 125mm atau 110 mm	
13) Corong kaca	4 buah

- | | |
|-----------------------------|--------|
| 14) <i>Thermohygrometer</i> | 1 buah |
| 15) Barometer | 1 buah |

B. Bahan

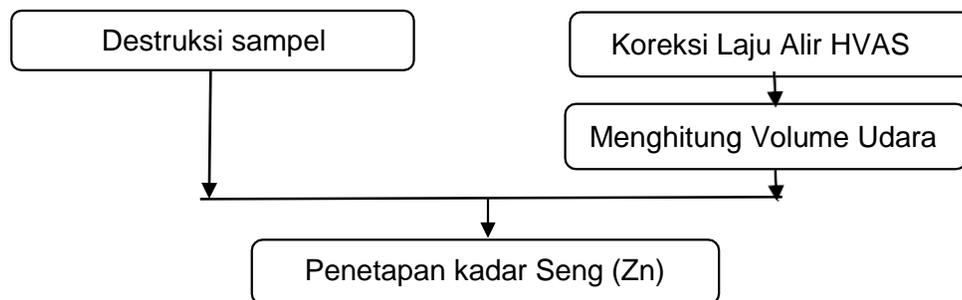
- 1) Asam nitrat pekat (HNO_3 67%)
- 2) Asam klorida pekat (HCl 37%)
- 3) Larutan asam nitrat (HNO_3)
- 4) Larutan asam klorida (HCl)
- 5) Aquades
- 6) Hidrogen peroksida (H_2O_2) pekat

2.2. Cara Kerja

2.2.1 Penetapan konsentrasi Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$

Sampel $\text{PM}_{2,5}$ dari pengukuran di lapangan, dianalisis dengan metode uji kadar seng (Zn) dalam $\text{PM}_{2,5}$ sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017 mengenai logam berat timbal dengan metoda destruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala. Prinsip pengujiannya yaitu partikel di udara ambien ditangkap melalui media penyaring dengan menggunakan alat High Volume Air Sampler (HVAS). Untuk mengetahui konsentrasi Seng (Zn) yang terkandung di dalam partikel tersuspensi tersebut, kertas filter contoh uji didestruksi dengan menggunakan pelarut asam, kemudian diukur dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala.

Tahapan penetapan konsentrasi seng (Zn) dalam $\text{PM}_{2,5}$ adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Tahapan Penetapan Konsentrasi Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$

2.2.2 Penetapan Konsentrasi Zn dalam urin

Sampel urin yang sudah didapat dari responden kemudian di uji di laboratorium dengan instrumen spektrofotometer serapan atom nyala. Sampel urin yang telah didapatkan akan didestruksi basah menggunakan larutan HNO₃ 10 ml kemudian dipanaskan selama kurang lebih 1 jam lalu ditambahkan larutan HNO₃ 5 ml kemudian dipanaskan kembali hingga mendidih. Kemudian didinginkan dan disaring. Ambil 10 ml sampel urin lalu tambahkan aquadest sampai tanda batas kemudian di homogenkan. Setelah itu diuji dengan menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui konsentrasi logam berat Zn dalam urin tersebut.(Sari,2013)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel uji PM_{2,5} yang mengandung logam berat seng (Zn). Pengambilan sampel uji dilakukan selama 8 jam mulai pukul 06.00 – 14.00 WIB. Pengambilan sampel uji dilakukan selama 4 hari yaitu 2 hari saat hari kerja dan 2 hari saat akhir pekan, disetiap lokasi pengambilan sampel uji. Lokasi pengambilan sampel uji terletak di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur. Faktor metereologis dicatat setiap 1 jam selama 8 jam kemudian diambil nilai rata-rata dari nilai faktor tersebut. Kondisi rata-rata cuaca saat pengujian sampel uji dilapangan terdapat dalam tabel 3.1 dan tabel 3.2

Tabel 3.1 Kondisi cuaca rata-rata di Perempatan Kentungan

Hari, tanggal	Ket. waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Durasi Cuplik (menit)	Kondisi
Jumat, 29 Maret 2019	<i>Weekdays</i>	34,7	53	746,7	480	Cerah
Sabtu, 30 Maret 2019	<i>Weekends</i>	30,9	63,9	747,1	480	Cerah
Minggu, 31 Maret 2019	<i>Weekends</i>	32	62,1	747,2	480	Cerah
Senin, 1 April 2019	<i>Weekdays</i>	32,1	62,5	747	480	Cerah

Sedangkan untuk di Perempatan Condong Catur ditampilkan dalam tabel 3.2

Tabel 3.2 Kondisi rata-rata di Perempatan Condong Catur

Hari, tanggal	Ket. waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Tekanan Udara (mmHg)	Durasi Cuplik (menit)	Kondisi
Jumat, 5 April 2019	<i>Weekdays</i>	30,4	70,8	747	480	Cerah
Sabtu, 6 April 2019	<i>Weekends</i>	30,4	72,4	747,8	480	Cerah
Minggu, 7 April 2019	<i>Weekends</i>	28,6	75,5	747,8	480	Cerah
Senin, 8 April 2019	<i>Weekdays</i>	32,8	56,6	746,2	480	Cerah

Menurut penelitian (Bambang dan Arief,2015) hubungan suhu dan kelembaban udara sangat berkaitan, sehingga ketika suhu berubah maka kelembaban udara juga akan berubah. Pada suhu udara yang rendah, udara akan mengandung uap air dalam jumlah banyak sehingga kelembaban udara akan tinggi. Sedangkan menurut penelitian (Fadholi,2013) hubungan antara suhu dengan tekanan udara berbanding terbalik. Semakin tingginya suhu udara maka tekanan udara semakin kecil, hal ini dikarenakan lapisan udara yang semakin tipis maka volume molekul udara berkembang Kondisi ini sesuai dengan penelitian sebelumnya.

3.1. Karakteristik Responden

Responden dalam penelitian ini memiliki usia rata-rata 42 tahun dan memiliki pola hidup yang tidak merokok. Berat rata-rata responden adalah 75 kg serta lama bekerja responden rata-rata sudah bekerja selama 19 tahun. Dalam lampiran tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin banyak rokok yang dihisap oleh seseorang akan semakin tinggi tingkat konsentrasi logam beratnya dalam tubuh, hal ini akan menjadi beban dalam pertumbuhan dan perkembangan seseorang terutama yang masih berumur muda (Sembel, 2015).

3.2. Hasil Analisis PM2,5 di Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel uji udara ambien dilakukan dengan metode gravimetri udara ambien menggunakan media penyaring berupa kertas filter dengan alat High Volume Air Sampler

(HVAS). Dari hasil pengambilan sampel uji didapatkan data metereologis, berat kertas filter dan luas kertas filter yang terpapar PM2,5 sehingga dapat diketahui konsentrasi PM2,5. Kertas filter sampel uji dianalisis di laboratorium kualitas udara program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Persamaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi PM2,5 adalah :

$$\text{Berat PM2,5} = W_2 - W_1 \dots \dots \dots \text{(Persamaan 1)}$$

Keterangan :

W_2 = Berat akhir kertas filter setelah pengujian

W_1 = Berat awal kertas filter sebelum pengujian

Laju alir HVAS perlu dilakukan koreksi untuk mengkondisikan pada kondisi standar (suhu 25°C dan tekanan udara 760 mmHg) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_s = Q_o \times \left[\frac{T_s \times P_o}{T_o \times P_s} \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 2)}$$

Keterangan :

Q_s = laju alir volume dikoreksi pada kondisi standar (m³/menit)

Q_o = laju alir volume uji (1,13 -1,7 m³/menit)

T_s = temperatur standar , 298 K

T_o = temperatur absolut (293 + t ukur) dimana Q_o ^o ditentukan

P_s = tekanan baromatik standar, 101,3 kPa (76mmHg)

P_o = tekanan baromatik dimana Q_o ditentukan

Untuk menghitung volume udara yang diambil selama proses pengambilan contoh uji, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{Q_{s1} \times Q_{s2}}{2} \times T \dots \dots \dots \text{(Persamaan 3)}$$

Ketrangan :

V = volume udara yang diambil (m³)

Q_{s1} = laju alir awal terkoreksi pada pengukuran pertama (m³/menit)

Q_{s2} = laju alir akhir terkoreksi pada pengukuran kedua (m³/menit)

T = durasi pengambilan contoh uji (menit)

Untuk mendapatkan konsentrasi yang setara dengan waktu pencuplikan 24 jam, maka konsentrasi yang diperoleh dari rumus diatas, dikonversikan ke persamaan model konversi Canter (Gindo S, 2007), dengan rumus sebagai berikut:

$$C_1 = C_2 \times \left[\frac{t_2}{t_1} \right]^p \dots \dots \dots \text{(Persamaan 4)}$$

Keterangan:

C₁ = konsentrasi udara rata-rata dengan lama pencuplikan t₁ (µg/m³)

C₂ = konsentrasi udara rata-rata hasil pengukuran dengan lama pencuplikan contoh t₂ (dalam hal ini, C₂ = [C]) (µg/m³)

t₁ = lama pencuplikan contoh 1 (24 jam)

t₂ = lama pencuplikan contoh 2 dari hasil pengukuran contoh udara (jam)

p = faktor konversi dengan nilai antara 0,17-0,2

Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan hasil konsentrasi PM_{2,5} dilokasi penelitian sebagai berikut :

Tabel 3.3 Konsentrasi PM_{2,5} di Perempatan Kentungan

Waktu Pengambilan Data	Berat Filter Awal (W ₁)	Berat Filter Akhir (W ₂)	Volume Udara (m ³)	C24 jam	NAB PM _{2,5}
Jumat, 29 Maret 2019	3,54	3,72	562,3	215,084	65 µg/m ³
Sabtu, 30 Maret 2019	3,47	3,68	565,6	282,161	65 µg/m ³
Minggu, 31 Maret 2019	3,57	3,67	564,5	132,900	65 µg/m ³
Senin, 1 April 2019	3,54	3,67	564,4	167,734	65 µg/m ³

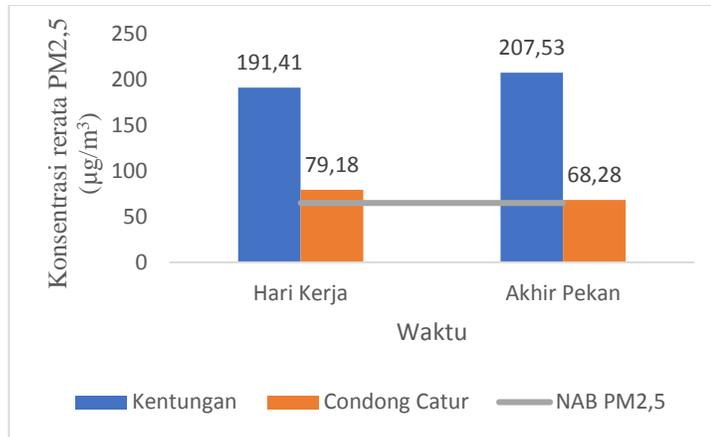
Sedangkan untuk hasil PM_{2,5} di Perempatan Condong Catur terdapat dalam tabel 3.4

Tabel 3.4 Konsentrasi PM2,5 di Perempatan Condong Catur

Waktu Pengambilan Data	Berat Filter Awal (W₁)	Berat Filter Akhir (W₂)	Volume Udara (m³)	C24 jam	NAB PM2,5
Jumat, 5 April 2019	3,34	3,42	565,93	100,191	65 µg/m ³
Sabtu, 6 April 2019	3,34	3,42	566,23	104,170	65 µg/m ³
Minggu, 7 April 2019	3,36	3,39	567,98	32,388	65 µg/m ³
Senin, 8 April 2019	3,35	3,39	563,83	58,179	65 µg/m ³

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi PM2,5 pada lokasi Perempatan kentungan dan Perempatan Condong Catur, didapatkan hasil yang berbeda secara signifikan. Dalam gambar hasil analisis konsentrasi PM2,5 di Perempatan kentungan, konsentrasi PM2,5 melebihi baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Konsentrasi tertinggi terdapat pada hari Sabtu dengan konsentrasi sebesar 282,161 µg/m³ pada pengukuran 24 jam. Sedangkan konsentrasi terendah PM2,5 di Kentungan sebesar 132,9 µg/m³ pada pengukuran 24 jam. Hal ini dapat terjadi karena di lokasi Perempatan kentungan terdapat proyek pembangunan underpass, dimana kegiatannya menyumbang banyak terhadap polusi udara.

Sedangkan pada lokasi Perempatan Condong Catur, untuk konsentrasi setara pengukuran 24 jam yang tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan terdapat pada hari Minggu dengan konsentrasi sebesar 32,388 µg/m³ dan hari Senin dengan konsentrasi sebesar 58,179 µg/m³. Sedangkan konsentrasi PM2,5 di lokasi condong catur yang melebihi baku mutu terdapat pada hari Jum'at dengan konsentrasi sebesar 100,191 µg/m³ dan hari Sabtu dengan konsentrasi sebesar 104,170 µg/m³. Untuk membandingkan konsentrasi saat hari kerja dan akhir pekan, digunakan konsentrasi rata-rata dikedua lokasi tersebut ditampilkan dalam gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Konsentrasi Rata-Rata PM2,5

Berdasarkan gambar tersebut konsentrasi tertinggi saat akhir pekan yang berada di lokasi Perempatan Kentungan sebesar 207,53 µg/m³. Sedangkan konsentrasi terendah berada di lokasi Perempatan Condong Catur saat akhir pekan sebesar 68,28 µg/m³. Nilai konsentrasi saat akhir pekan lebih tinggi dibandingkan saat hari kerja di lokasi Perempatan Kentungan hal ini dikarenakan banyaknya pengunjung yang berasal dari luar kota untuk datang ke kota Yogyakarta, sehingga menyebabkan konsentrasi PM2,5 meningkat.

3.3. Kosentrasi Zn dalam PM2,5

Untuk mengetahui konsentrasi logam berat seng (Zn) di lokasi sampling Perempatan Kentungan, kertas filter didestruksi kemudian di baca pada alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Nyala. Sebelum di baca pada SSA-nyala, larutan kertas filter yang telah didestruksi perlu dilakukan pengenceran menggunakan akuades. Hal ini karena konsentrasi logam berat seng terlalu tinggi, menyebabkan tidak terdeteksinya ketika diuji menggunakan spektrofotometri serapan atom nyala. Konsentrasi Zn dalam PM2,5 dilakukan pengenceran sebanyak 10kali dengan aquadest, hal ini dikarenakan konsentrasi Zn yang sangat tinggi ketika dilakukan pembacaan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom.

Perhitungan kadar Seng dalam PM2,5 dalam contoh uji dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{Zn} = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{s}{St}}{V} * 10 \dots \dots \dots \text{(Persamaan 5)}$$

Keterangan:

C_{Zn} = kadar seng (Zn) di udara (µg/m³)

C_t = kadar seng (Zn) dalam larutan contoh uji yang di *spike* (µg/mL)

C_b = kadar seng (Zn) dalam larutan blanko ($\mu\text{g/mL}$)

V_t = volume larutan contoh uji (mL)

S = Lebar kertas filter sebelum terpapar

St = Lebar kertas filter setelah terpapar

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat diketahui kadar Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$ ditampilkan dalam tabel 3.5 :

Tabel 3.5 Konsentrasi Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$ di Perempatan Kentungan

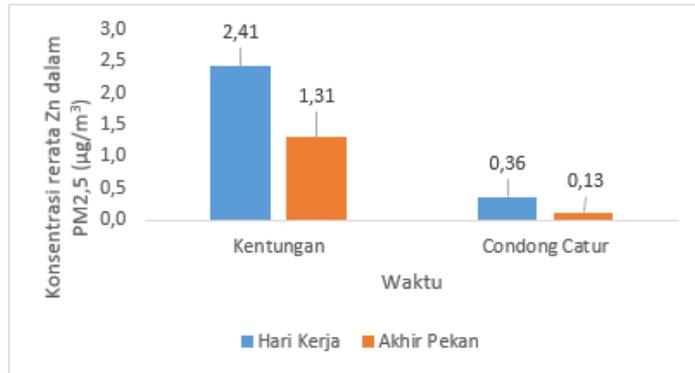
Qs	V	Vt	S	St	Ct	Cblanko	Czn
			Jumat				
1,171	562,30	25	47500	46305	4,083	0	1,86
			Sabtu				
1,178	565,57	25	47500	45600	2,947	0	1,36
			Minggu				
1,176	564,51	25	47500	42750	2,559	0	1,26
			Senin				
1,179	564,37	25	47500	46170	6,492	0	2,96

Sedangkan konsentrasi Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$ di Perempatan Condong Catur ditampilkan dalam tabel 3.6

Tabel 3.6 Konsentrasi $\text{PM}_{2,5}$ di Perempatan Condong Catur

Qs	V	Vt	S	St	Cti	Cblanko	Czn
			Jumat				
1,179	565,932	25	47500	48000	1,55	0	0,68
			Sabtu				
1,180	566,230	25	47500	48576	0,16	0	0,07
			Minggu				
1,183	567,979	25	47500	45600	0,42	0	0,19
			Senin				
1,175	563,828	25	47500	46800	0,10	0	0,04

Untuk membandingkan konsentrasi logam berat Zn antara hari kerja dan akhir pekan, dilakukan perhitungan konsentrasi rata-rata saat hari kerja dan akhir pekan di lokasi penelitian. Hasil rata-rata Zn dalam $\text{PM}_{2,5}$ ditampilkan dalam gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Konsentrasi Rata-Rata Zn dalam PM2,5

Lokasi sampling Perempatan Kentungan memiliki nilai konsentrasi Zn yang tinggi hal ini karena dilokasi tersebut sedang dilakukan pembangunan underpass sehingga menyebabkan polusi udara. Selain itu penggunaan alat berat seperti ekskavator dengan bahan bakar solar menyebabkan tingkat konsentrasi Zn diudara meningkat. Lokasi sampling Perempatan Condong Catur memiliki nilai konsentrasi yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan lokasi di Perempatan Kentungan, hal ini karena kepadatan di Perempatan Condong Catur tidak terlalu padat bila dibandingkan dengan Perempatan Kentungan.

3.4. Intake Inhalasi dan Risiko Zn Responden

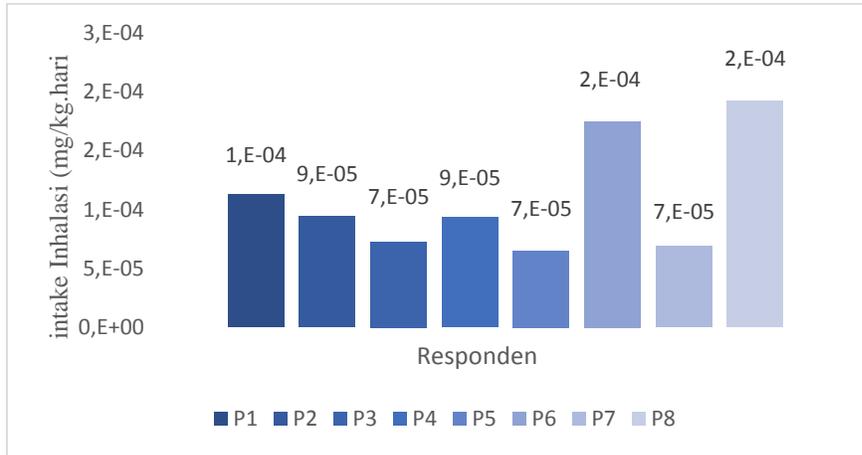
Analisis pemajanan dilakukan dengan menghitung intake atau asupan dari agen risiko. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan intake pada jalur pemajanan inhalasi (terhirup) dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{C \times R \times Te \times Fe \times Dt}{Wb \times t_{avg}} \dots \dots \dots \text{(Persamaan 6)}$$

Keterangan:

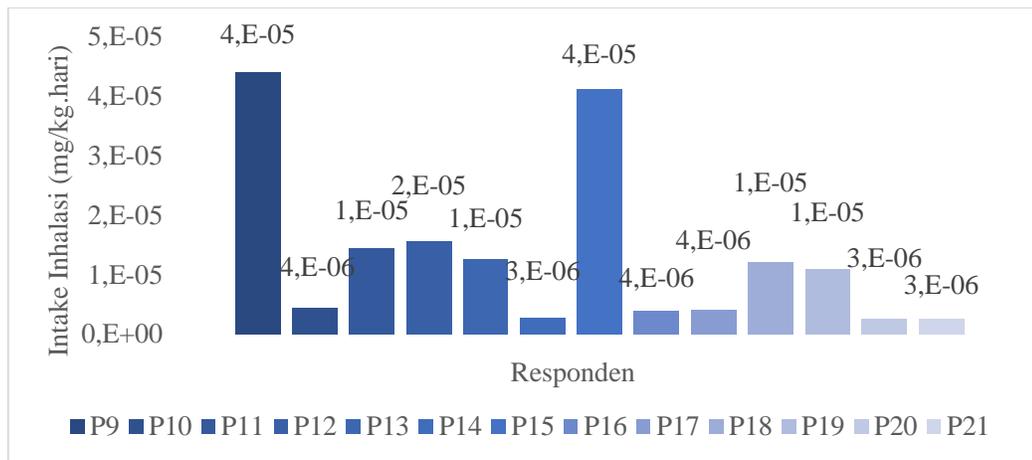
- I = Konsentrasi agen yang masuk kedalam tubuh (mg/kg.hari)
- C = Konsentrasi agen pada media udara (mg/m³)
- R = Laju inhalasi atau volume udara yang masuk perjam (m³/jam)
- Te = Lamanya terjadi pajanan setiap harinya (jam/hari)
- Fe = Jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya (hari/tahun)
- Dt = Jumlah tahun terjadinya pajanan (tahun)
- Wb = Berat badan manusia yang terpajan (kg)
- tavg = Periode waktu rata-rata (hari)

Berdasarkan persamaan tersebut, dapat dihitung estimasi intake. Penelitian ini menghitung estimasi intake inhalasi logam berat Zn dalam responden. Estimasi intake responden di lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.3 dan gambar 3.4 berikut ini:



Gambar 3.3 Intake Inhalasi Zn Responden di Perempatan Kentungan

Sedangkan estimasi intake inhalasi di Perempatan Condong catur dutampilkan dalam gamabr 3.4



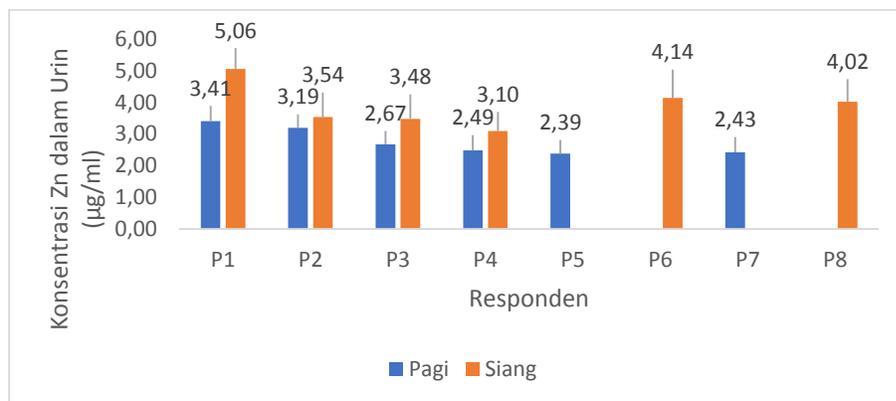
Gambar 3.4 Intake Inhalasi Zn Responden di Perempatan Condong catur

Berdasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa responden dilokasi Perempatan Kentungan memiliki intake inhalasi logam berat Zn yang tinggi dibandingkan responden di Perempatan Condong Catur. Hal ini disebabkan karena responden yang bekerja dilokasi Perempatan Kentungan terpapar lebih banyak logam berat Zn, dan juga adanya pembangunan underpass yang berdampak pada meningkatnya logam berat Zn di udara.

3.5. Hasil Analisis Zn dalam Urin Responden

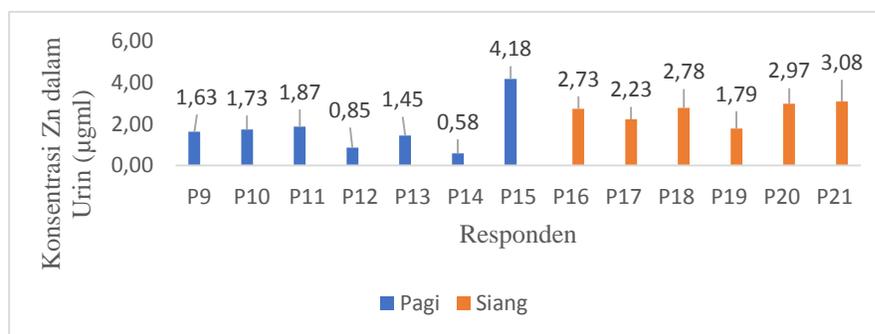
Pengambilan sampel urin oleh responden ini dilakukan saat pagi hari sebelum bekerja dan siang hari setelah bekerja, hal ini karena untuk membandingkan nilai konsentrasi logam berat Zn dalam urin ketika sebelum terpapar dan setelah terpapar. Durasi responden bekerja di pos polisi yaitu selama 8 jam mulai dari pukul 06.00 hingga pukul 14.00 WIB. Jumlah sampel urin yang didapatkan di pos polisi Kentungan yaitu 12 sampel urin terdapat 6 sampel urin saat pagi dan 6 sampel urin saat siang hari serta 13 sampel urin di pos polisi Condong Catur terdapat 7 sampel urin pagi hari dan 6 sampel urin saat siang hari usai bekerja. Beberapa sampel urin di lokasi penelitian tidak didapatkan sampel untuk pagi maupun siangnya, hal ini karena responden tidak memungkinkan untuk memberikan sampel urin.

Konsentrasi logam berat Zn dalam urin yang terdapat dalam responden di lokasi sampling gambar 3.5 dan gambar 3.6 berikut ini :



Gambar 3.5 Konsentrasi Zn dalam urin responden Perempatan Kentungan

Sedangkan konsentrasi logam berat Zn dalam urin yang terdapat dalam responden di lokasi sampling Perempatan Condong Catur dapat dilihat dalam gambar 3.6 berikut ini:



Gambar 3.6 Konsentrasi Zn dalam Urin Responden Perempatan Condong Catur

Berdasarkan gambar 3.5 dan gambar 3.6 rata-rata konsentrasi sampel urin pada siang hari lebih besar bila dibandingkan dengan rata-rata konsentrasi urin saat pagi hari.

Responden P1, P2, P3 dan P4 mengalami kenaikan konsentrasi Zn dalam urin ketika siang hari bila dibandingkan dengan pagi hari. Kenaikan tersebut terdapat dalam tabel 3.7 berikut ini :

Tabel 3.7 Peresentase Kenaikan Urin Responden

Responden	Konsentrasi Urin Pagi Hari	Konsentrasi Urin Siang Hari	Persentase Kenaikan
P1	3,41 µg/ml	5,06 µg/ml	32,96%
P2	3,19 µg/ml	3,54 µg/ml	6,96%
P3	2,67 µg/ml	3,48 µg/ml	16,13%
P4	2,49 µg/ml	3,10 µg/ml	12,24%

Konsentrasi Zn dalam urin selain dipengaruhi oleh faktor inhalasi, juga dipengaruhi oleh faktor secara dermal dan oral. Zn digunakan untuk membuat enzim pencernaan, saluran cerna menerima seng melalui dua sumber yaitu dari makanan dan cairan pencernaan. Zn dikeluarkan dalam tubuh melalui feses, urin dan jaringan yang terlepas seperti kulit, rambut dan sel mukosa.

3.6 Karakterisasi Risiko

Tingkat risiko (Risk Quotien) didefinisikan sebagai besarnya resiko yang dinyatakan dalam angka tanpa satuan yang merupakan perhitungan perbandingan antara intake dengan konsentrasi referensi (RfC) dari suatu agen risiko non karsinogenik, serta dapat diartikan sebagai aman atau tidaknya responden terhadap organisme, sistim maupun sub/populasi. Berdasarkan *Environmental Protection Agency (EPA) goverment*, nilai dari konsentrasi referensi (RfC) untuk logam berat seng (Zn) dalah 3×10^{-1} mg/kg.hari. persamaan yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko :

$$RQ = \frac{I}{RfC} \quad \dots \dots \dots \text{(Persamaan 7)}$$

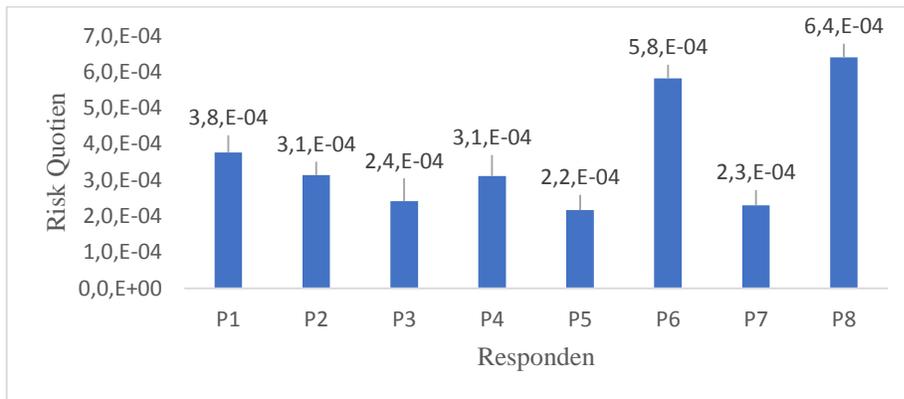
Keterangan :

RQ = *Risk Quotien*

I = Konsentrasi agen yang masuk kedalam tubuh (mg/kg.hari)

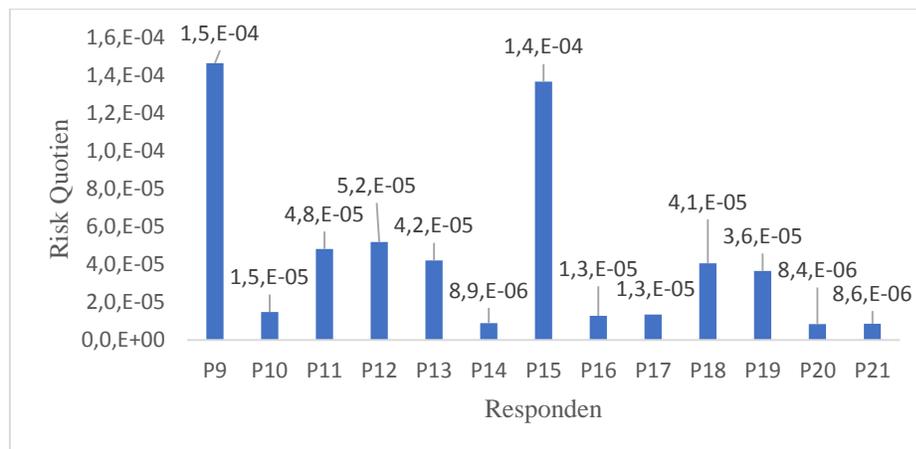
RfC = *Reference of Consentration* (mg/kg.hari)

Berdasarkan hasil dari perhitungan menggunakan persamaan 7 tersebut dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Tingkat Risiko Responden Perempatan Kentungan

Hasil perhitungan tingkat risiko responden di Perempatan Condong Catur terdapat dalam gambar 3.8 berikut ini:



Gambar 3.8 Tingkat Risiko Responden Perempatan Condong Catur

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat *risk quotien* responden untuk daerah Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur. Di lokasi penelitian Perempatan Kentungan risk quotien tertinggi pada hari Senin dengan kode responden P8 sebesar $6,4 \times 10^{-4}$ sedangkan nilai risk quotien terendah pada hari Minggu dengan kode responden P5 sebesar $2,2 \times 10^{-4}$.

Nilai *risk quotien* di lokasi penelitian Condong Catur tertinggi pada hari Jum'at dengan kode responden P9 sebesar $1,5 \times 10^{-4}$ sedangkan nilai terendah terdapat pada hari Minggu dengan kode responden P14 sebesar $8,9 \times 10^{-6}$. Hasil yang didapatkan berdasarkan

perhitungan dapat dinyatakan aman. Hal ini karena nilai risk quotien kurang dari 1 ($RQ < 1$). Nilai risk quotien semua responden kurang dari 1, sehingga responden dapat dikatakan terhindar dari paparan logam berat seng (Zn) melalui inhalasi.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi rata-rata logam berat Zn dalam PM_{2,5} saat hari kerja di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur secara berturut sebesar 2,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 0,36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan saat akhir pekan rata-rata konsentrasi logam berat Zn dalam PM_{2,5} di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur secara berturut sebesar 1,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 0,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Intake inhalasi dalam diri responden Perempatan Kentungan lebih tinggi daripada intake inhalasi responden di Perempatan Condong Catur. Intake inhalasi tertinggi di Perempatan Kentungan sebesar 2×10^{-4} $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan di Perempatan Condong Catur intake inhalasi tertinggi sebesar 4×10^{-5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan hasil perhitungan nilai RQ terhadap pajanan logam berat seng (Zn) di Perempatan Kentungan maupun Perempatan Condong Catur masuk kedalam kategori aman, karena nilai $RQ \leq 1$. Konsentrasi logam berat seng (Zn) dalam urin di Perempatan Kentungan tertinggi sebesar 5,06 $\mu\text{g}/\text{ml}$ saat siang hari, sedangkan di Perempatan Condong Catur tertinggi sebesar 3,08 $\mu\text{g}/\text{ml}$ saat siang hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bambang S.A, dan R.Arief.2015. *Weather Station (Temperature & Humidity)*. ITS:Surabaya.
- Indriasari,Dewi.2017. *Analisis Kemacetan Lalu Lintas Dijalan Arteri dan Kolektor Di Kecamatan Depok dan kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman*.Tugas Akhir.
- Rahmayanti, Diajeng Prima.2018. *Analisis Risiko Logam Berat Seng (Zn) dalam TSP Terhadap Kesehatan Manusia di Terminal Bus Giwangan dan Jombor, DIY*.Tugas akhir.
- Rita Mukhtar,dkk. *Kandungan Logam Berat Dalam Udara Ambien Pada Beberapa Kota di Indonesia*. **Vol. 7** No.2 Juli 2013 :49-108
- Sari,Astini Dewi.2013. *Uji Kandungan Pb dalam Urine Karyawan SPBU Bayaoge Kota Palu*.ISSN:1978-6417 **Vol.7** No.01 hal 61-66
- Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-3:2017 tentang uji *Total Suspended Particulate (TSP)* metode gravimetri udara ambien