

**RISIKO PAPARAN TIMBAL (Pb) DALAM PM_{2,5} DI UDARA AMBIEN TERHADAP
POLISI DI JALAN RINGROAD UTARA KABUPATEN SLEMAN**

HARIZATUZ ZIKAYAH

15513131

ABSTRACT

Combustion emissions of vehicles containing PM_{2.5} in which there are heavy metals, such as lead (Pb). The excess Pb content in the body will negatively impact health, namely anemia, poor cognitive development, and a low immune system. The intersection of Kentungan and Chess Lean is an intersection with a high volume of vehicles. This study aims to determine the Pb concentration in PM_{2,5}, daily inhalation intake, the level of risk, and the concentration of Pb in the urine of police who work at the Kentungan Intersection and the Chess Condong Intersection in Yogyakarta. PM_{2.5} sampling is performed using a High Volume Air Sampler (HVAS) tool on weekdays and weekends. Samples were analyzed using atomic absorption spectrophotometer (AAS) with the wet destruction method in accordance with SNI No. 7119-4: 2005. The results showed that the average Pb concentration at the Kentungan intersection on weekdays was 0.0179 µg / m³, while on weekends it was 0.0164 µg / m³. The concentration on weekdays at the Chess crossroad is 0.0183 µg / m³, while on weekends it is 0.0175 µg / m³. The average Pb concentration at the two research sites meets the quality standards in accordance with PP No. 41 of 1999 concerning air pollution control. The average daily intake of Pb in the police at the Kentungan intersection is 8.7x10⁻⁷mg / kg.day, while at the Chess Condong intersection 9.2x10⁻⁷mg / kg.day. The overall level of risk of the respondent was classified as safe from lead exposure due to the RQ value ≤ 1. The urine concentration of respondents who had morning and afternoon urine samples had increased concentrations during the daytime. The population of respondents in this study were the police who served at the study site with 23 respondents.

Keywords: Intake Inhalation, Lead (Pb), PM 2.5, Police, Urine.

ABSTRAK

Pembakaran emisi buang kendaraan mengandung PM_{2,5} yang didalamnya terdapat logam berat, seperti logam berat timbal (Pb). Kandungan Pb berlebih dalam tubuh akan berdampak negatif pada kesehatan yaitu anemia, perkembangan kognitif buruk, dan sistem kekebalan tubuh yang rendah. Perempatan Kentungan dan Condong Catur merupakan perempatan dengan volume kendaraan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi Pb dalam PM_{2,5}, intake inhalasi harian, tingkat risiko, dan konsentrasi Pb dalam urin polisi yang bekerja di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur Yogyakarta. Sampling PM_{2,5} dilakukan dengan menggunakan alat High Volume Air Sampler

(HVAS) pada hari kerja dan akhir pekan. Sampel dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) dengan metode destruksi basah sesuai dengan SNI No 7119-4:2005. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi rata-rata Pb di perempatan Kentungan pada hari kerja adalah 0,0179 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada akhir pekan adalah 0,0164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi pada hari kerja di perempatan Catur adalah 0,0183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan pada akhir pekan adalah 0,0175 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi Pb rata-rata pada kedua lokasi penelitian memenuhi baku mutu sesuai dengan PP no.41 Tahun 1999 mengenai pengendalian pencemaran udara. Intake inhalasi harian rata-rata Pb pada polisi di perempatan Kentungan adalah $8,7 \times 10^{-7} \text{mg}/\text{kg} \cdot \text{hari}$, sedangkan di perempatan Condong Catur $9,2 \times 10^{-7} \text{mg}/\text{kg} \cdot \text{hari}$. Tingkat risiko responden secara keseluruhan tergolong aman dari paparan timbal dikarenakan nilai $RQ \leq 1$. Konsentrasi urin pada responden yang memiliki sampel urin pagi dan siang memiliki kenaikan konsentrasi pada siang hari. Populasi responden dalam penelitian ini adalah polisi yang bertugas pada lokasi penelitian dengan jumlah 23 responden.

Kata kunci: Intake Inhalasi, Pb, PM_{2,5}, Polisi, Urin.

1. PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor penting dalam kehidupan. Indonesia merupakan negara berkembang. Hal tersebut berpengaruh pada peningkatan perekonomian dan penggunaan alat transportasi. Penduduk di Indonesia tergolong konsumtif, dilihat dari alat transportasi rata-rata penduduk Indonesia sudah memiliki alat transportasi berupa kendaraan bermotor. Dari penggunaan kendaraan bermotor tersebut dapat menimbulkan pencemaran udara yang mana akan berpengaruh pada penurunan kualitas udara. Pencemaran udara tersebut dari pembakaran pada bahan bakar. Zat pencemar udara yaitu meliputi SO_x, NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, dan O₃. (Falahdina, 2017)

Zat pencemar udara dapat masuk kedalam tubuh manusia. Jalur masuk zat pencemar tersebut ada 3 yaitu jalur inhalasi, ingestasi, dan penetrasi kulit. Partikel yang masuk melalui inhalasi salah satunya adalah PM_{2.5}. PM_{2.5} merupakan partikel yang berukuran sangat kecil dengan ukuran diameter 2.5 mikron (Budiyono, 2011). PM_{2,5} memiliki ukuran yang lebih kecil dari 2,5 mikron, dengan ukuran yang kecil tersebut PM_{2,5} dapat masuk dalam saluran pernapasan.

Dalam PM_{2,5} terdapat senyawa logam berat berupa Timbal (Pb) dari kendaraan yang berasal dari pembakaran bahan adiktif bensin dari kendaraan bermotor yang terdiri dari tetraetil Pb dan tetrametil Pb yang merupakan bahan yang digunakan untuk tambahan pembuatan bahan bakar kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai anti ketuk pada mesin-kendaraan (Fardiaz, 2004). Timbal sendiri biasanya berupa gas dan partikulat di udara. Timbal merupakan bahan yang digunakan untuk campuran bahan bakar, namun di Indonesia pada tahun 2006 timbal tidak digunakan kembali dalam campuran bahan bakar. Timbal

apabila masuk kedalam tubuh manusia akan menyebabkan penghambatan pertumbuhan, kekebalan tubuh rendah, Berdasarkan hasil pemantauan kualitas udara oleh BLH DIY bulan Agustus 2015, konsentrasi timbal di perempatan Deggung Sleman $0,37 \mu\text{m}/\text{m}^3$, depan UPN Seturan Jl. *Ring Road* Utara Sleman $0,35 \mu\text{m}/\text{m}^3$, dan perempatan mirota kampus $0,23 \mu\text{m}/\text{m}^3$. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa masih ada kandungan timbal di udara ambien. Aktivitas lain yang menghasilkan timbal adalah aktivitas industri dan gunung meletus (Palar, 2008).

Kadar timbal dalam tubuh manusia dapat teridentifikasi melalui urin. Dikarenakan dari proses pernafasan kadar timbal dalam PM 2.5 masuk kedalam paru-paru dan masuk kedalam aliran darah. Dari aliran darah tersebut kemudian masuk ke ginjal dan melewati proses ekskresi. Sehingga kandungan timbal dapat teridentifikasi melalui urin (Palar, 2008).

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Shinta Permatasari yang bahwa kandungan timbal yang terbaca melalui urin pada supir truk angkutan umum melebihi batas normal yang telah ditetapkan (Permatasari, 2012). Kadar Timbal (Pb) yang berlebihan akan menyebabkan orang mengalami anemia, keguguran pada ibu hamil, gangguan belajar, hambatan pertumbuhan, perkembangan kognitif buruk, sistem kekebalan tubuh yang lemah, gejala autisme, bahkan kematian dini (Palar, 2008).

Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan kota dengan aktifitas padat yang mana merupakan Kota Pelajar dan tempat destinasi wisata. Alat transportasi berupa kendaraan bermotor semakin bertambah tahun semakin bertambah jumlahnya dikarenakan banyaknya pendatang yang ada di Yogyakarta hal tersebut akan menyebabkan kemacetan yang berpengaruh pada kualitas udara perkotaan yang akan berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar. Sehingga perlu dilakukan analisis risiko paparan timbal pada kesehatan manusia.

Penelitian analisis risiko paparan Timbal pada manusia dilakukan di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur. Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dewi Indriasari dengan judul Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Jalan Arteri dan Kolektor di Kecamatan Depok dan Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman yang mana menunjukkan bahwa jalan tersebut memiliki tingkat kemacetan tinggi dan arus yang tidak stabil (Indriasari, 2017). Penelitian dilakukan pada hari kerja (*weekdays*) dan akhir pekan (*weekend*) untuk mengetahui perbandingan kadar Timbal antara hari kerja (*weekdays*) dan akhir pekan (*weekend*). Berdasarkan uraian tersebut, penulis mengambil judul penelitian "Karakterisasi Risiko Paparan Timbal (Pb) dalam PM 2,5 di Udara Ambien terhadap Kesehatan Manusia di Jalan *Ringroad* Utara Kabupaten Sleman".

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi timbal (Pb) di udara ambien di jalan protokol Sleman perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur pada hari kerja (*weekdays*) dan akhir pekan (*weekend*), untuk mengetahui intake

inhalasi dan risiko logam berat timbal (Pb) dalam PM_{2,5} di udara ambien terhadap kesehatan polisi di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur, dan untuk mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) di dalam tubuh polisi yang terekskresi melalui urin.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

A. Alat

1)	HVAS	1 buah
2)	Kertas filter	8 lbr
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	29 buah
12)	Kertas saring berpori 80 µg diameter 125 mm atau 110 mm	
13)	Corong kaca	4 buah
14)	Thermometer	1 buah
15)	Barometer	1 buah
16)	Thermo Hygrometer	1 buah

B. Bahan

- 1) Asam nitrat pekat (HNO₃ 67 %)
- 2) Asam klorida pekat (HCl 37 %)
- 3) Larutan asam nitrat (HNO₃)
- 4) Larutan asam klorida (HCl)
- 5) Aquades
- 6) Hidrogen peroxide (H₂O₂) pekat

2.2 Cara Kerja

Metode yang dilakukan untuk mendapatkan sampel PM_{2,5} di perempatan Kentungan dan Jl. Gejayan perempatan Condong catur. Pengambilan sampel di lapangan ini merupakan jenis *active sampling* yang dilakukan sesuai dengan tahapan pengambilan sampel dalam SNI 7119.14:2016 Udara ambien – Bagian 14: Cara uji partikel dengan ukuran $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (PM_{2,5}) dengan metode gravimetri, yaitu menggunakan media penyaring (kertas filter) dengan alat

High Volume Air Sampler (HVAS). Prinsip kerja dari high volume air sampler dengan metode gravimetri adalah menentukan konsentrasi debu yang ada di udara dengan menggunakan pompa isap. Udara yang terhisap disaring dengan filter *fiber-glass*, sehingga debu yang ada di udara akan menempel pada filter *fiber-glass* tersebut. Konsentrasi debu yang ada di udara akan diketahui berdasarkan jumlah udara yang terhisap dan berat debu yang menempel pada filter *fiber-glass*. Pengambilan contoh uji menggunakan nilai rata-rata laju alir pompa vakum sebesar 1,13 – 1,70 L/menit sehingga dapat diperoleh partikel tersuspensi kurang dari 100 μm . Kertas filter yang digunakan merupakan kertas filter jenis *fiber-glass* terbuat dari *micro fiber-glass* dengan porositas < 0,3 μm , yaitu mempunyai efisiensi pengumpulan partikulat dengan diameter 0,3 μm sebesar 95%. Untuk mengetahui suhu udara dan kelembapan pada saat pencuplikan digunakan alat Thermo Hygrometer, untuk mengetahui tekanan udara menggunakan alat Barometer. Data yang diambil untuk suhu, kelembapan dan tekanan udara berdasarkan SNI 7119-3:2017 dilakukan pencuplikan selama 480 menit dengan pencatatan nilai setiap 60 menit sekali kemudian dirata-rata untuk mengetahui hasil akhirnya.

Analisis timbal dilakukan dengan metode destruksi basah yang mana bahan yang digunakan saat destruksi basah adalah asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl), aquades dan hidrogen peroxide (H_2O_2). Destruksi basah menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) nyala. Sebanyak 5 mL sampel urin dilarutkan dalam 20 mL akuades, kemudian diasamkan dengan 10 mL HNO_3 pekat sampai pH < 2. Larutan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL serta mengencerkan dengan akuades sampai tanda batas dan mengocok hingga homogen. Setelah larutan menjadi homogen kemudian disaring dengan kertas saring. Larutan yang sudah disaring kemudian diukur dengan SSA pada panjang gelombang 217 nm. Kadar Pb dalam sampel ditentukan dengan menggunakan kurva kalibrasi (Sari, M. Guli, & Miswan, 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan sampel PM 2,5 (*Particulate Matter 2,5*) di udara ambien dan urin responden yang merupakan polisi yang berjaga di pos pada saat penelitian. Sampel udara dan sampel urin yang telah didapat kemudian dilakukan analisis logam berat Timbal (Pb). Pengambilan sampel sampel uji dilakukan selama 4 hari yaitu 2 hari hari kerja (weekdays) dan 2 hari akhir pekan (weekend) dengan lama pengukuran 8 jam yaitu jam 06:00-14:00. Penelitian ini dilakukan pada rentang bulan 29 Maret hingga 08 April 2019. Pengambilan sampel dilakukan pada perhujung musim hujan. Lokasi pengambilan sampel yaitu Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur.

3.1 Kondisi Lingkungan Lokasi Penelitian

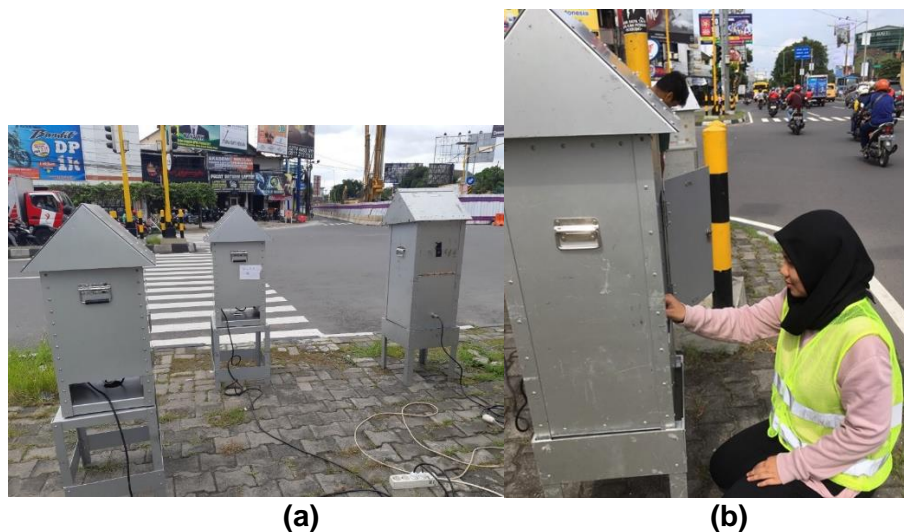
Pengambilan contoh uji dilakukan di perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur. Pada saat pengambilan contoh uji selain pengambilan sampel PM 2,5 di udara ambien dan urin pada polisi. Dilakukan juga pengambilan sampel kondisi lapangan saat dilakukannya

pengambilan contoh uji. Data kondisi lingkungan yang diambil pada saat pengambilan contoh uji adalah suhu, kelembapan, tekanan udara dan kondisi saat pengambilan sampel.

Perempatan Kentungan merupakan perempatan penghubung Jalan Kaliurang dan *Ringroad* utara. Perempatan Kentungan merupakan perempatan dengan volume kendaraan yang cukup tinggi hal ini dikarenakan perempatan Kentungan dilalui oleh kendaraan yang akan menuju ke wisata Kaliurang selain itu terdapat kampus yang satu jalur dengan perempatan Kentungan.

Perempatan Condong Catur berada pada *Ringroad* utara Yogyakarta. Perempatan Condong Catur adalah merupakan jalur yang padat kendaraan bermotor. Dikarenakan bus transjogja melewati perempatan Condong Catur serta Terdapat Terminal Condong Catur. Di sekitar perempatan Condong Catur juga terdapat Pusat Perbelanjaan dan kampus yang mana hal tersebut dapat mempengaruhi padatnya volume kendaraan bermotor.

Saat ini di perempatan Kentungan dilakukan pembangunan *underpass* yang mana pengerjaannya dimulai pada bulan Januari 2019. Sementara itu pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel pada 29 Maret hingga 08 April sehingga terdapat pengaruh dari pembangunan *underpass* tersebut. Berikut dibawah ini merupakan kondisi saat pengukuran lapangan di perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur:



Gambar 3.1 Kondisi saat pengukuran lapangan (a) Kentungan dan (b) Condong Catur
Pengambilan sampel di Perempatan Kentungan dilakukan sebanyak 4 hari yaitu pada tanggal 29 Maret hingga 01 April 2019, sedangkan untuk perempatan Condong dilakukan pada tanggal 05 hingga 08 April. Pada masing-masing lokasi dilakukan pengambilan sampel uji selama 4 hari dengan lama pengambilan contoh uji 8 jam. Pada pengambilan sampel uji dilakukan pencuplikan sebanyak 8 kali yaitu persatu jam. Kondisi lingkungan perempatan Kentungan rata-rata terdapat pada **Tabel 3.1**. Kondisi lingkungan rata-rata perempatan Condong Catur terdapat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.1 Kondisi lingkungan rata-rata di Perempatan Kentungan

Hari	Ket.Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan(%)	Tekanan Udara (mmHg)	Lama Cuplik(Menit)	Kondisi
Jumat	Hari Kerja	34,7	53	747,7	480	Cerah
Sabtu	Akhir Pekan	30,9	63,9	747,1	480	Cerah
Minggu	Akhir Pekan	32	64,1	747,2	480	Cerah
Senin	Hari Kerja	32,1	62,5	747	480	Cerah

Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel di Perempatan Kentungan adalah cerah. Pada pengambilan sampel didapatkan nilai suhu terendah yaitu pada hari sabtu dengan nilai 30,9°C sedangkan nilai suhu tertinggi terdapat pada hari jumat yaitu 34,7°C. Nilai kelembapan udara terendah yaitu pada hari jumat dengan nilai 53% sedangkan untuk nilai tertingginya yaitu pada hari minggu 64,1%. Untuk nilai tekanan udara terendah pada hari senin dengan nilai 747 mmHg sedangkan untuk nilai tekanan udara paling tinggi yaitu pada hari sabtu dan jumat dengan nilai 747,7 mmHg.

Tabel 3.2 Kondisi lingkungan rata-rata di Perempatan Condong Catur

Hari	Ket.Waktu	Suhu (°C)	Kelembapan(%)	Tekanan Udara (mmHg)	Lama Cuplik(Menit)	Kondisi
Jumat	Hari Kerja	30,4	70,8	747	480	Cerah
Sabtu	Akhir Pekan	30,4	72,4	747,8	480	Cerah
Minggu	Akhir Pekan	28,6	75,5	747,8	480	Cerah
Senin	Hari Kerja	32,8	56,6	747,2	480	Cerah

Kondisi lingkungan pada saat pengambilan sampel di Perempatan Kentungan adalah cerah. Pada pengambilan sampel didapatkan nilai suhu terendah yaitu pada hari minggu dengan nilai 28,7°C sedangkan nilai suhu tertinggi terdapat pada hari senin yaitu 32,4°C. Nilai kelembapan udara terendah yaitu pada hari senin dengan nilai 56,6% sedangkan untuk nilai tertingginya yaitu pada hari minggu 75,5%. Untuk nilai tekanan udara terendah pada hari jumat dengan nilai 747 mmHg sedangkan untuk nilai tekanan udara paling tinggi yaitu pada hari sabtu dan minggu dengan nilai 747,8 mmHg.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Harisuryo, 2015) menyebutkan bahwa apabila suhu mengalami kenaikan maka kelembapan udara akan turun, begitu juga sebaliknya. Sedangkan tekanan udara cenderung tidak terpengaruh. Apabila dibandingkan dengan hasil pengambilan data nilai suhu, kelembapan, dan tekanan udara pada penelitian ini memiliki hasil bahwa ketika suhu mengalami kenaikan maka kelembapan udara mempunyai nilai yang turun, begitu juga sebaliknya. Sehingga apabila hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya memiliki hasil yang sama.

3.2 Karakteristik Responden

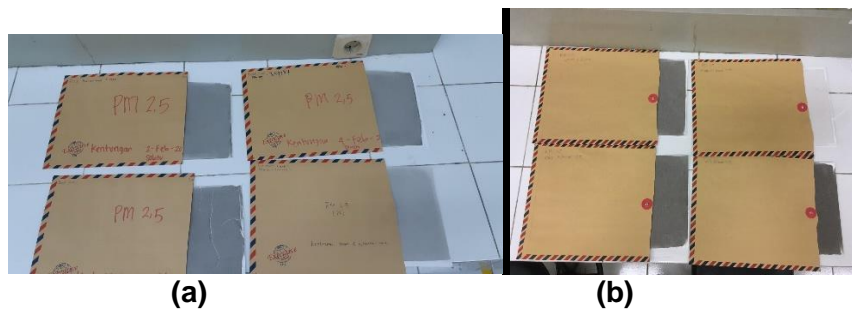
Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan sampel PM 2,5 (*Particulate Matter 2,5*) di udara ambien. Setelah mendapatkan contoh uji kandungan PM 2,5 kemudian dianalisis kandungan logam berat Timbal. Logam berat Timbal apabila masuk kedalam tubuh manusia

jika melebihi kadar maksimumnya akan menyebabkan menurunnya fungsi kognitif, pendengaran menurun dan merusak ginjal. Untuk itu maka perlu dilakukan pengujian kandungan timbal pada responden untuk mengetahui apakah aman atau tidak

Populasi yang dijadikan responden dalam penelitian ini adalah polisi yang bertugas pada lokasi pengambilan sampel yaitu Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur. Responden yang diteliti dalam penelitian ini adalah 2 responden, yang mana 8 responden polisi pada perempatan Kentungan dan 13 polisi pada perempatan Condong Catur. Menurut (Sembel, 2015) faktor-faktor yang mempengaruhi toksisitas racun yaitu jenis kelamin, umur, berat badan, kesehatan dan makanan. Berdasarkan Pedoman ARKL data responden yang diperlukan adalah lama pajanan per hari, lama pajanan per tahun dan berat badan. Responden pada perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur memiliki usia rata-rata 39 tahun, dengan rata-rata berat badan 79 kg dan durasi bekerja 8 jam.

3.3 Hasil Analisis PM 2,5 dan Timbal (Pb)

Pengambilan contoh uji dilakukan dengan metode gravimetri dengan menggunakan alat *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan menggunakan kertas filter yang merujuk pada SNI 19-7119.3-2005. Kertas filter dari pengambilan contoh uji dianalisis di laboratorium kualitas udara Program Studi Teknik Lingkungan UII. Berikut merupakan kertas filter yang didapatkan dari pengambilan contoh uji di lapangan.



Gambar 3.2 Kertas filter hasil sampel uji di perempatan (a) Kentungan dan (b) Condong Catur

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat pada Gambar (a) merupakan kertas filter dari pengambilan sampel di perempatan Kentungan kertas yang memiliki warna yang paling cerah pada hari senin. Pada perempatan Condong Catur kertas filter yang memiliki warna yang paling cerah adalah pada hari minggu.

4.3.1 Kandungan PM 2,5 di Udara Ambien

Kertas filter yang didapatkan dari hasil sampel lapangan tersebut kemudian ditimbang seberapa berat kertas setelah pengambilan sampel di lapangan yang mana bisa disebut dengan W2. Sebelum dilakukan pengambilan sampel di lapangan juga dilakukan penimbangan kertas yang mana menjadi W1. Pada pengambilan contoh uji didapatkan faktor meteorologi yang mana dengan data tersebut dapat diketahui konsentrasi PM 2,5 di udara. Berikut merupakan rumus untuk menghitung konsentrasi PM 2,5:

$$C_{pm2,5} = \frac{W_2 \times W_1}{V}$$

Dimana:

- W2 = berat kertas setelah pengambilan sampel
- W1 = berat kertas sebelum pengambilan sampel
- V = volume udara

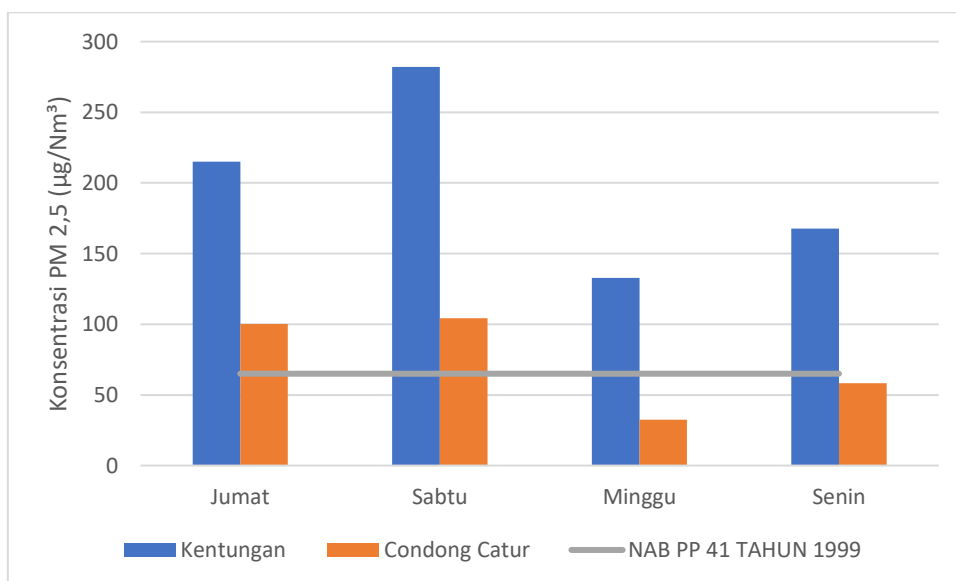
Konsentrasi PM 2,5 apabila akan dibandingkan dengan baku muku Peraturan Pemerintah RI No 41 Tahun 1999 tentang pencemaran maka harus dikonversi menjadi konsentrasi dengan pengukuran 24 jam. Untuk mengubah konsentrasi pengukuran 8 jam menuju 24 jam menggunakan konversi canter. Berikut merupakan rumus konversi canter:

$$C_1 = C_2 \times \left[\frac{t_2}{t_1} \right]^p$$

Dimana:

- 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 dan 0,2 (diperoleh dari PP No. 41 Tahun 1999)

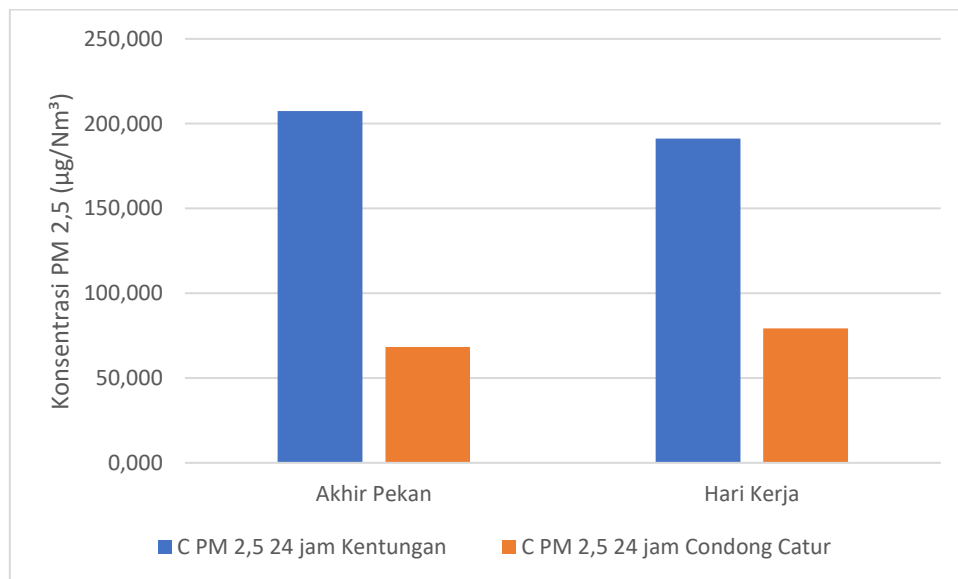
Berikut merukan perbandingan konsentrasi PM 2,5 di perempatan Kentungan dan Condong Catur dengan baku mutu PP No 41 Tahun 1999 tentang pencemaran udara.



Gambar 3.3 Perbandingan konsentrasi PM 2,5 di perempatan Kentungan dan Condong Catur 24 jam

Dari data diatas dapat diketahui bahwa terdapat lokasi dan waktu yang mempunyai konsentrasi melebihi baku mutu. Pada perempatan Kentungan dapat dilihat dari grafik diatas bahwa konsentrasi PM 2,5 melebihi baku mutu hal tersebut disebabkan karena volume kendaraan yang meningkat serta terdapat proyek pembangunan *underpass*. Adanya proyek pembangunan *underpass* tersebut sering terjadi kemacetan di titik pengambilan contoh uji serta terdapat faktor lain juga yaitu dari kegiatan pembangunan *underpass*. Yaitu dari material yang digunakan maupun dari kegiatan pengerukan area pembangunan serta banyaknya kendaraan dan alat proyek yang ada. Kemacetan di titik pengambilan contoh uji tersebut disebabkan karena terdapat penutupan sebagian jalan.

Pada perempatan Condong Catur terdapat nilai konsentrasi yang melebihi baku mutu yaitu hari jumat dan hari sabtu. Perempatan Condong Catur merupakan jalur yang dilewati oleh transjogja yang mana perempatan ini merupakan arah ke terminal Condong Catur. Selain itu jumlah kendaraan di perempatan Condong Catur meningkat dikarenakan pengalihan jalur dikarenakan adanya pembangunan *underpass*. Pada hari jumat dan hari sabtu di perempatan Condong Catur memiliki konsentrasi yang paling tinggi dikarenakan pada hari jumat dan hari berdasarkan pada pengambilan contoh uji memiliki volume kendaraan yang tinggi hal itu disebabkan karena adanya pengalihan jalur untuk menghindari perempatan Kentungan.



Gambar 3.4 Perbandingan Konsentrasi PM 2,5 di hari kerja dan akhir pekan

Pada **Gambar 3.4** menyebutkan hasil bahwa nilai tertinggi di perempatan Kentungan terdapat pada akhir pekan dengan nilai 207,417 µg/Nm³, sedangkan nilai tertinggi di perempatan Condong Catur terdapat pada akhir pekan dengan nilai konsentrasi 79,185 µg/Nm³.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Muliane & Lestari, 2011) yang melakukan pemantauan kualitas udara ambien di Bundaran HI dan Kelapa Gading dengan waktu penelitian dilakukan selama 1 minggu berturut-turut dengan waktu pengambilan contoh uji selama 24 jam didapatkan hasil bahwa pada Bundaran HI konsentrasi yang tertinggi yaitu

pada hari senin dengan konsentrasi 72,12 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk konsentrasi terendah yaitu 46,6 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada hari minggu. Konsentrasi PM 2,5 di Kelapa Gading yang memiliki konsentrasi yaitu hari rabu dengan konsentrasi 72,12 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk konsentrasi yang terendah dengan nilai 63,45 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ adalah pada hari sabtu. Sedangkan pada penelitian ini, konsentrasi yang paling tertinggi yaitu 282,006 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada hari sabtu di perempatan Kentangan sedangkan untuk perempatan Condong Catur konsentrasi yang tertinggi yaitu 214,966 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu tersebut konsentrasi yang dilakukan di perempatan Kentangan dan perempatan Condong Catur hal itu disebabkan karena banyaknya volume karena berbagai faktor yaitu kondisi meterologi saat melakukan penelitian. Pada pelaksanaan penelitian terdahulu terdapat hari dengan kondisi hujan sedangkan penelitian ini pada pelaksanaan pengambilan contoh uji dalam kondisi cerah.

4.3.2 Kandungan Timbal (Pb) dalam PM 2,5

Perempatan Kentangan dan Perempatan Condong Catur merupakan perempatan yang mempunyai volume kendaraan yang tinggi. Kendaraan bermotor yang berlalu-lalang tersebut dapat menyebabkan adanya logam berat dari proses pembakaran tidak sempurna pada kendaraan. Salah satu logam berat yang dihasilkan kendaraan bermotor tersebut adalah Timbal (Pb). Untuk mengetahui kadar timbal apakah melebihi baku mutu maka dilakukan uji kadar timbal dalam PM 2,5 dengan metode destruksi basah menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) nyala. Analisis sampel dilakukan secara single yang merupakan analisis satu buat kertas filter hasil pengambilan uji lapangan. Analisis sampel secara single dilakukan bertujuan agar konsentrasi yang dianalisis 100% sehingga tidak ada pengurangan konsentrasi Timbal saat dianalisis. Perhitungan konsentrasi timbal dalam contoh uji menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_{pb} = \frac{(C_t - C_b) \times V_t \times \frac{s}{St}}{V}$$

Dimana:

C_{Pb} = kadar timbal (Pb) di udara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

C_t = kadar timbal (Pb) dalam laruta contoh uji yang di *spike* ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

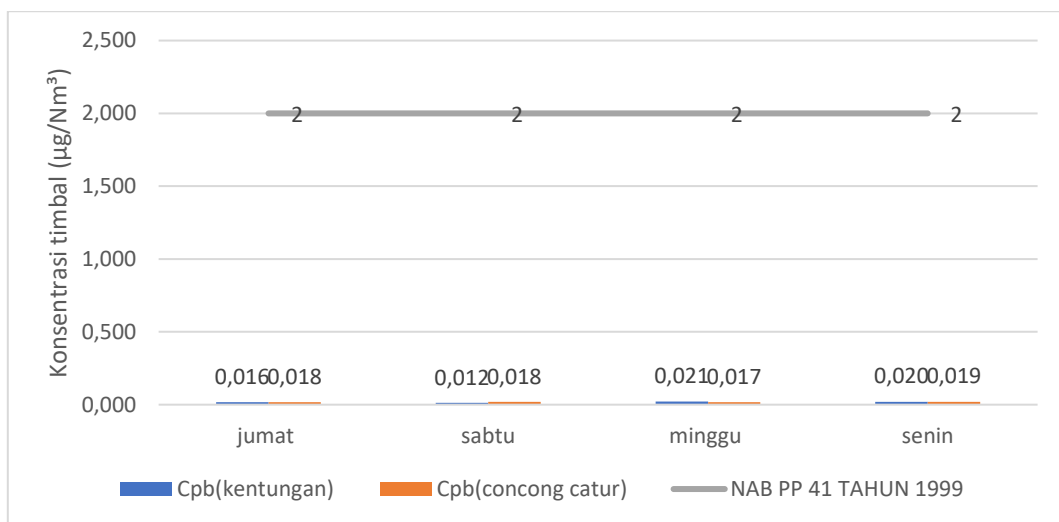
C_b = kadar timbal (Pb) dalam larutan blanko ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

V_t = volume larutan contoh uji (mL)



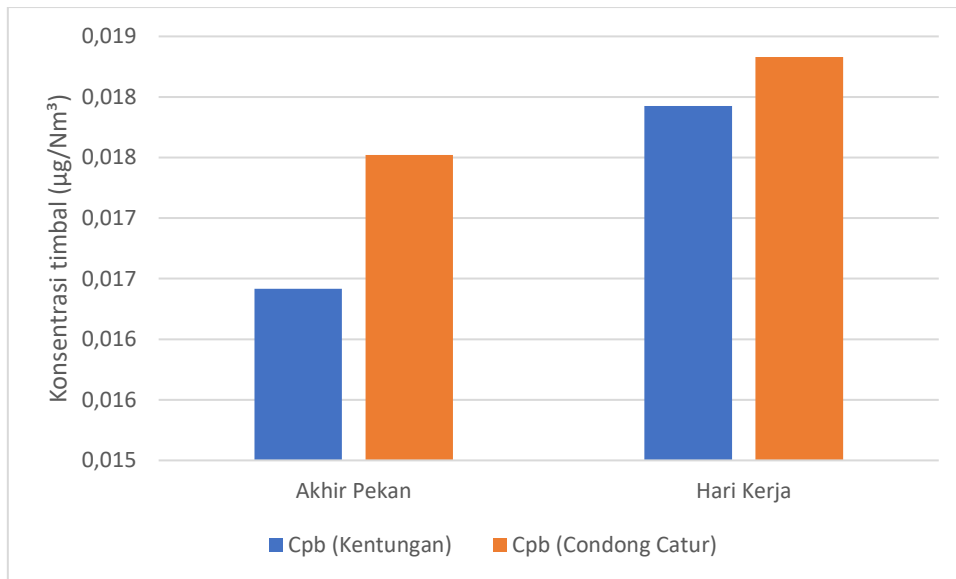
Gambar 3.5 Proses analisis timbal (Pb) menggunakan spektrofotometri serapan atom (SSA) nyala

Kertas filter hasil pencuplikan timbal pada PM 2,5 dalam pengukuran selama 8 jam kemudian dianalisis dan dihitung konsentrasi Timbal dalam PM 2,5. Dari hasil konsentrasi 8 jam tersebut dapat dihitung konsentrasi pengukuran 24 jam dengan Perhitungan konvensi canter. Perbandingan konsentrasi timbal dengan baku mutu terdapat pada **Gambar 3.6**.



Gambar 3.6 Perbandingan Konsentrasi Timbal (Pb) di Perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur

Berdasarkan dari hasil yang ada pada **Gambar 3.5** diketahui bahwa konsentrasi timbal pada perempatan Ketungan dan perempatan Condong Catur tidak melebihi baku mutu. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Konsentrasi timbal tidak melebihi baku mutu dikarenakan menggunakan timbal sebagai dasar bahan bakar sejak tahun 2006 hal itu dapat mengurangi konsentrasi timbal yang ada di udara ambien. Tetapi hal tersebut tidak menutup kemungkinan tidak adanya konsentrasi timbal di udara ambien, dikarenakan masih ada sumber lain yaitu dari kegiatan industri.



Gambar 3.7 Perbandingan konsentrasi timbal 24 jam pada hari kerja dan akhir pekan

Pada **Gambar 3.7** dapat dilihat bahwa apabila dibandingkan dari kedua lokasi perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur nilai konsentrasi tertinggi terdapat pada hari kerja. Konsentrasi yang tertinggi terdapat pada hari kerja dikarenakan pada hari kerja lalu lintas menjadi ramai karena banyaknya pengguna kendaraan pribadi dan juga umum.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ruslinda, Gunawan, Goembira, & Wulandar, 2016) konsentrasi Timbal di udara ambien pada Jalan Raya Kota Padang memiliki konsentrasi 1,060-1,594 µg/Nm³. Sedangkan untuk penelitian ini kandungan Timbal di Jalan Ring Road adalah sekitar 0,0117-0,0212 µg/Nm³. Pada penelitian terdahulu dan penelitian yang dilakukan saat ini sama-sama belum melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

4.4 Intake Inhalasi dan Risiko Timbal (Pb) di Perempatan Kentungan dan Perempatan Condong Catur

Analisis pajanan atau perhitungan intake inhalasi dari konsentrasi yang di dapatkan dari analisis sampel yang dilakukan di lapangan bertujuan untuk mengetahui konsentrasi agen yang masuk ke dalam tubuh. Perhitungan intake inhalasi dan karakteristik risiko mengacu pada Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

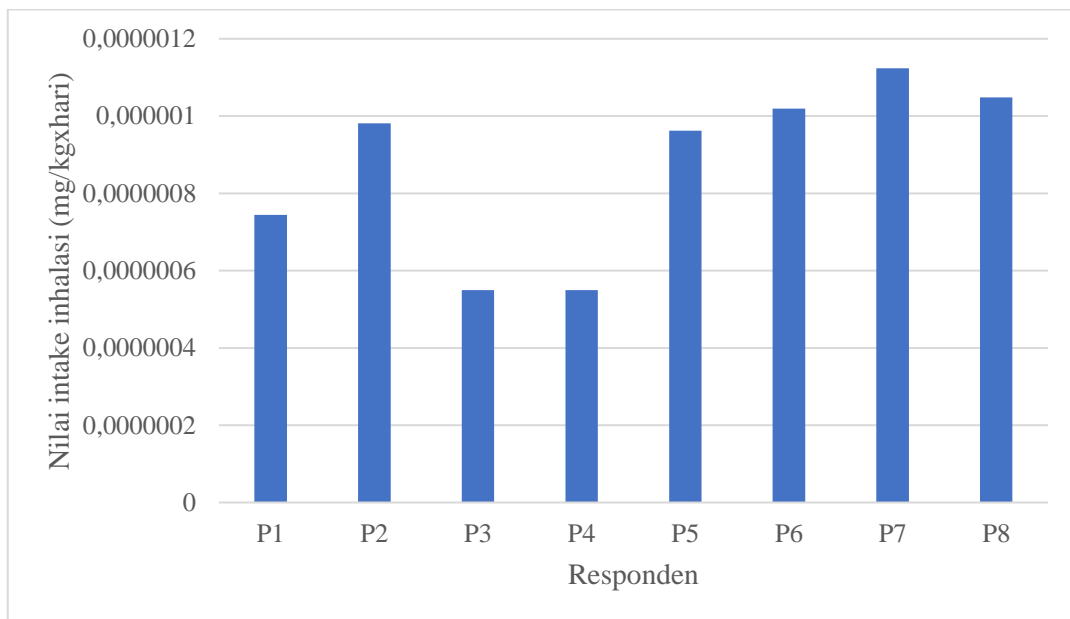
4.4.1 Estimasi Intake

Pada penelitian ini, responden yang dianalisis pajanan logam berat Timbal melalui jalur inhalasi adalah sebanyak 21 reponden. Dengan 8 responden perempatan Kentungan dan 13 responden perempatan Condong Catur. Data yang digunakan untuk perhitungan intake inhalasi adalah berat badan dan lama pajanan. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan intake pada jalur pemajanan inhalasi (terhirup) dengan rumus sebagai berikut:

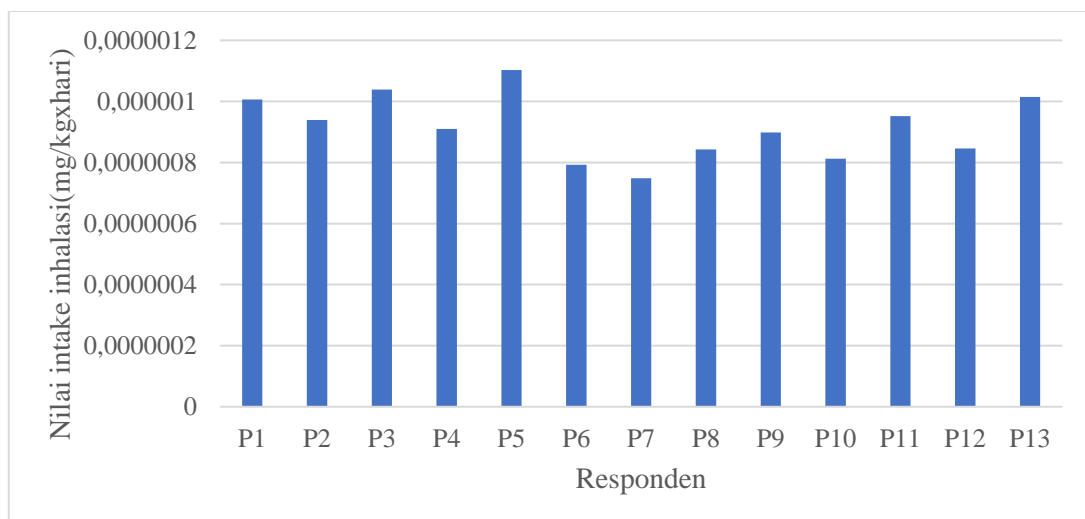
$$I = \frac{C \times R \times Te \times Fe \times Dt}{Wb \times t_{avg}}$$

Dimana:

- I = Konsentrasi agen yang masuk ke dalam tubuh (mg/kg.hari)
- C = Konsentrasi agen pada media udara (mg/m³)
- R = Laju inhalasi atau volume udara yang masuk per jam (m³/jam)
- Te = Lamanya terjadinya 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)
- t_{avg} = Periode waktu rata-rata (hari)



Gambar 3.8 Intake inhalasi responden di perempatan Kentungan
Berikut dibawah ini nilai intake inhalasi responden di perempatan Condong Catur:



Gambar 3.9 Intake inhalasi responden di perempatan Condong Catur
Intake inhalasi yang didapatkan dari 23 responden mempunyai nilai rata-rata yaitu pada perempatan Kentungan $8,7 \times 10^{-7}$ mg/kgxhari sedangkan pada perempatan Condong memiliki nilai rata-rata $9,2 \times 10^{-7}$ mg/kgxhari. Pada **Gambar 3.8** dan **Gambar 3.9** dapat dilihat bahwa

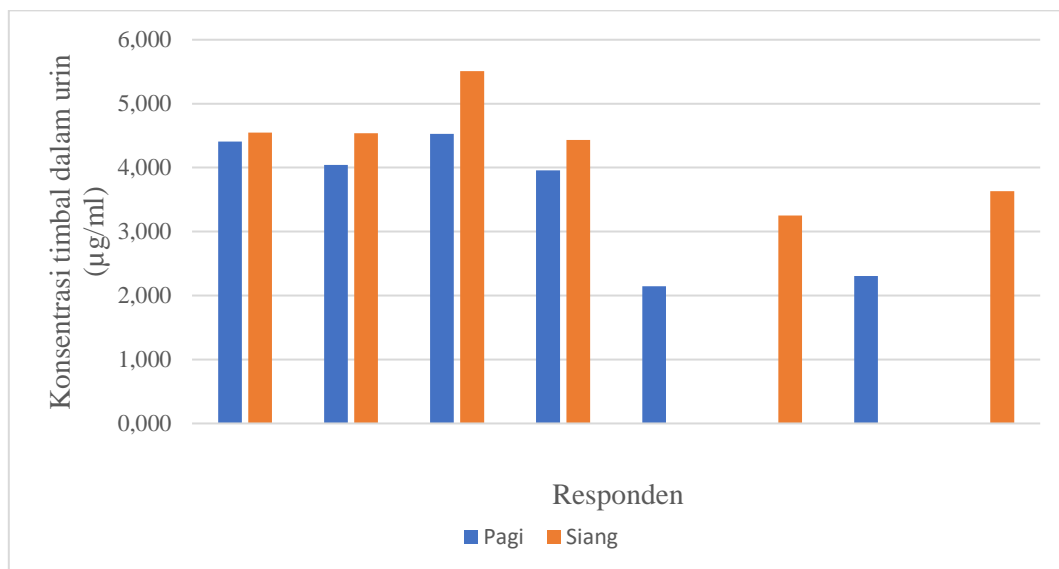
intake inhalasi responden mempunyai nilai yang berbeda. Perbedaan nilai pada intake inhalasi dikarenakan pada perhitungan intake terdapat rumus dengan memasukkan nilai berat badan responden serta konsentrasi timbal yang ada di udara ambien. Konsentrasi timbal di udara ambien pada saat pengambilan sampel dan berat badan responden memiliki nilai yang berebeda-beda sehingga nilai intake inhalasi setiap responden memiliki nilai yang berbeda-beda.

4.4.2 Kandungan Timbal (Pb) dalam Urin

Kandungan logam berat Timbal yang masuk melalui jalur inhalasi dan tersaring melalui paru-paru kemudian masuk ke dalam aliran darah. Timbal tersebut kemudian dibawa darah ke seluruh system tubuh. Darah yang mengandung timbal tersebut kemudian masuk ke glomerulus yang merupakan bagian dari ginjal. Darah yang mengandung timbal tersebut kemudian diekskresi dan menjadi urin sehingga kandungan timbal dapat diketahui melalui urin.

Responden yang didapatkan pada Perempatan Kentungan adalah 8 responden. Dari 8 responden yang ada di Perempatan Kentungan pada hari jumat-sabtu tersebut mendapatkan 12 sampel urin. Yang mana terdapat 4 responden yang mempunyai urin pagi kemudian terdapat 2 responden dengan sampel urin pagi dan 2 responden dengan sampel urin siang.

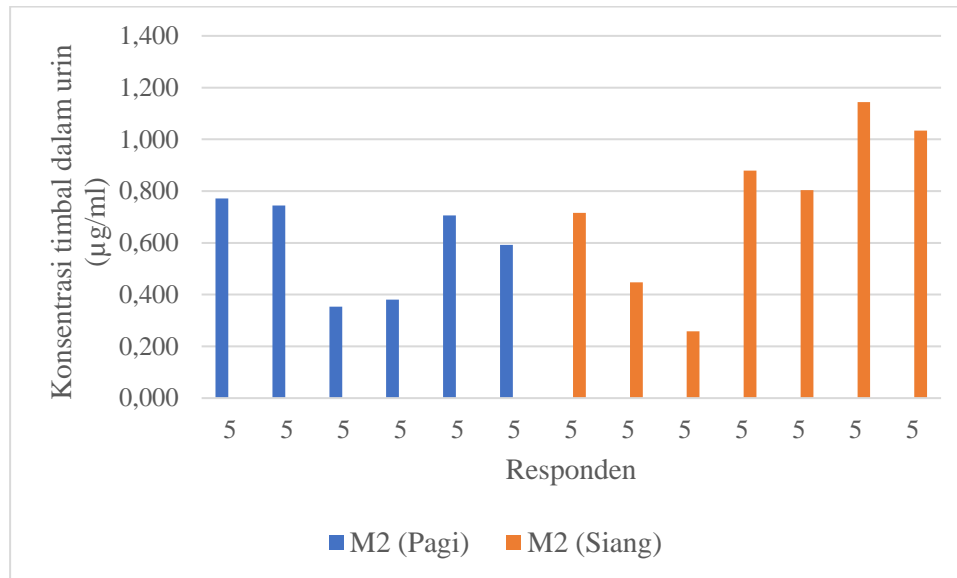
Sampel urin yang telah didapatkan dari lapangan kemudian dianalisis di laboratorium. Konsentrasi kandungan Timbal dalam urin pada responden di Perempatan Kentungan adalah sebagai berikut:



Gambar 3.10 Konsentrasi timbal (Pb) dalam urin di perempatan kentungan

Konsentrasi Timbal yang ada dalam urin pada tabel diatas dapat dilihat responden P1, P2, P3 dan P4 pada siang mengalami kenaikan yang mana hal tersebut terjadi karena para responden sudah terpapar oleh logam berat Timbal selama bekerja yaitu 8 jam. Paparan logam berat tersebut dapat terjadi melalui inhalasi, oral, maupun dermal.

Responden yang didapatkan pada Perempatan kentungan adalah 13 responden. Yang mana terdapat 6 responden dengan sampel urin pagi dan 7 responden dengan sampel urin siang. Konsentrasi kandungan Timbal dalam urin pada responden di Perempatan Condong Catur adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11 Konsentrasi timbal (Pb) dalam urin di perempatan condong catur

Konsentrasi timbal dalam urin di perempatan Condong Catur dapat dilihat pada **Gambar 3.11**. Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa responden yang memiliki kandungan timbal dalam urin yang paling tinggi pada siang adalah responden P12 dengan nilai konsentrasi 4,577 µg/ml. Hal ini dikeranakan faktor usia, berat badan, lama bekerja, serta pola hidup. Respondan P12 berusia 40 tahun, mempunyai berat badan 90 kg, dengan lama bekerja 19 tahun dan pola hidup merokok.

Berikut ini merupakan responden dengan sampel urin pagi dan siang:

Tabel 4.3 Persentase kenaikan konsentrasi timbal dalam urin

Responden	C urin Pagi (µg/ml)	C Urin Siang (µg/ml)	Persentase Kenaikan
P1	3,527	3,637	2,70%
P2	3,232	3,630	9,90%
P3	3,620	4,407	19,60%
P4	3,166	3,545	9,40%

Pada responden yang mempunyai sampel urin pagi dan siang di perempatan Kentungan pada siang hari memiliki kenaikan dari urin yang pagi. Kenaikan tersebut disebabkan karena adanya kandungan timbal yang masuk kedalam tubuh responden yaitu melalui jalur inhalasi dikarenakan lokasi bekerja berada pada jalan raya selain melalui jalur inhalasi timbal dapat masuk kedalam tubuh melalui jalur oral dan dermal. Pada responden P3 memiliki presentasi kenaikan konsentrasi yang paling tinggi dikarenakan responden P3 mempunyai riwayat merokok sehingga konsentrasi pada respomden P3 tinggi. Berdasarkan (Sitepoe, 2000) rokok

dapat menghasilkan Timbal yang mana dalam 1 bungkus rokok terdapat 20 batang yang dihisap akan menghasilkan timbal 10 µg. Dengan begitu apabila responden yang mempunyai pola hidup merokok memiliki kandungan logam berat yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak merokok. Responden yang memiliki riwayat perokok terdapat 4 responden pada perempatan Kentungan yaitu P1, P3, P6, dan P8 sedangkan pada perempatan Condong Catur terdapat 4 responden yaitu P1, P3, P12, dan P13.

4.4.3 Karakterisasi Risiko

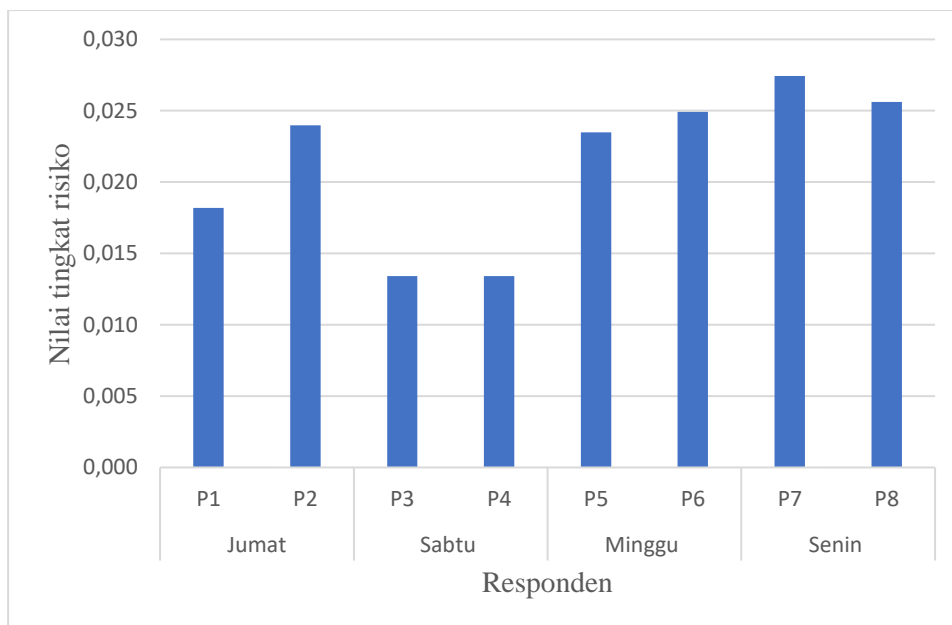
Karakterisasi risiko dihitung untuk mengetahui apakah suatu agen responden dinyatakan aman atau tidak dari pajanan logam berat. Tingkat risiko dikatakan aman bilamana intake ≤ RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan tidak aman bilamana intake > RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ > 1$. Untuk menghitung nilai RQ (Risk Quotien) perlu diketahui nilai Rfdnya. Nilai Rfd untuk logam berat Timbal yaitu 4,93E-4. Rumus untuk mencari RQ atau tingkat risiko adalah sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I}{Rfc}$$

dimana:

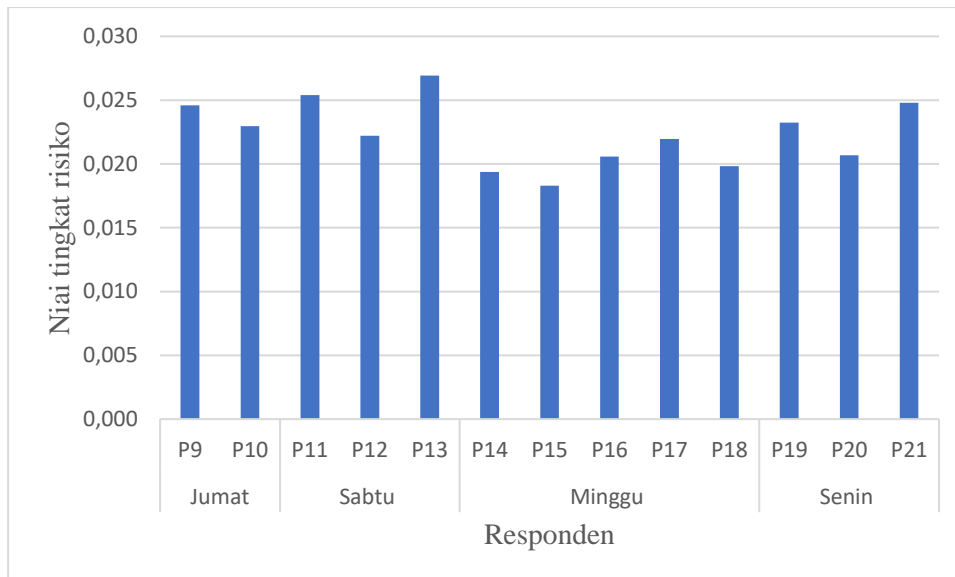
I = Intake inhalasi yang dihitung pada persamaan 5.

Rfc= Nilai referensi agen risiko pada pemajanan inhalasi.



Gambar 3.12 Tingkat risiko responden perempatan Kentungan

Berikut dibawah ini merupakan nilai tingkat risiko responden perempatan Condong Catur:



Gambar 3.13 Tingkat risiko responden perempatan Condong Catur

Berdasarkan **Gambar 3.12** dan **Gambar 3.13** dapat dilihat bahwa nilai tingkat risiko responden pada perempatan Kentungan dan perempatan Condong Catur memiliki nilai dibawah 1 dengan nilai tersebut responden masuk dalam golongan aman dari risiko timbulnya gangguan kesehatan dari logam berat timbal.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi Timbal (Pb) dibandingkan antara nilai di hari kerja dan akhir pekan (weekend) di perempatan Kentungan dan Condong Catur. Konsentrasi timbal dalam PM_{2,5} pada hari kerja rata-rata di perempatan Kentungan adalah 0,0179 µg/Nm³ dan pada perempatan Condong Catur adalah 0,0183 µg/Nm³. Sementara konsentrasi rata-rata akhir pekan di PM_{2,5} di perempatan Kentungan adalah 0,0164 µg/Nm³ dan di perempatan Condong Catur adalah 0,0175 µg/Nm³. Hasil perbandingan antara hari kerja dan akhir pekan di kedua lokasi konsentrasi yang tinggi terdapat pada hari kerja sedangkan konsentrasi rendah terdapat pada akhir pekan. Apabila dibandingkan dengan baku mutu konsentrasi Timbal (Pb) di perempatan Kentungan dan Perempatan Condong masih berada dibawah ambang batas standar baku mutu Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang pencemaran udara. Rata-rata nilai intake inhalasi di perempatan kentungan 8,72096E-07 mg/kgxhari sedangkan pada perempatan Condong memiliki nilai rata-rata 9,15736E-07 mg/kgxhari. Tingkat risiko responden di kedua lokasi tergolong aman karena nilai RQ<1. Konsentrasi urin responden yang memiliki sampel urin pagi dan siang yaitu responden P1, P2, P3, dan P4 memiliki kenaikan konsentrasi pada urin siang.

5. DAFTAR PUSTAKA

Budiyono, A. (2011). Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Jurnal LAPAN: Berita Dirgantara*, 1.

- Falahdina, A. (2017). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM 2,5 Pada Pedagang Tetap di Terminal kampung Rambutan*. Jakarta : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Fardiaz, S. (2004). *Polusi Air dan Udara* . Yogyakarta: Kanisius.
- Harisuryo, R. (2015). *Sistem Pengukuran Data Suhu, Kelembapan, dan Kelembapan Udara dengan Telemetry Berbasis Frekuensi Radio*. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Indriasari, D. (2017). *Analisis Kemacetan lalu Lintas di Jalan arteri dan Kolektor di Kecamatan Depok dan kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman*. Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Muliane, U., & Lestari, P. (2011). Pemantauan Kualitas Udara Ambien Daerah Padat Lalu Lintas dan Komersial DKI Jakarta: Analisis Konsentrasi PM 2,5 dan Black Carbon. *Teknik Lingkungan*, 181-186.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Permatasari, S. (2012). *Studi Kadar Timbal (Pb) dalam Urin Supir Angkutan Umum*. Makassar: Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin.
- Ruslinda, Y., Gunawan, H., Goembira, F., & Wulandar, S. (2016). Pengaruh Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin Terhadap Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II* (pp. 164-165). Padang: Kampus Unand Limau Manis .
- Sari, A. D., M. Guli, M., & Miswan. (2013). Uji Kandungan Plumbum (Pb) dalam Urin Karyawan SPBU Bayaoge Kota Palu. *Biocelebes*, 63.
- Sembel, D. T. (2015). *Toksikologi Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI .
- Sitepoe, M. (2000). *Kekhususan Rokok Indonesia*. Jakarta : Gramedia.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-4:2017 tentang cara uji kadar timbal (Pb) dengan metoda distruksi cara basah menggunakan spektrofotometer serapan atom nyala
- Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7119-3:2017 tentang cara uji partikel suspensi total menggunakan peralatan *High Volume Air Sampler* (HVAS) dengan metode gravimetri.