

**OP\_029**  
**PENGARUH JUMLAH KENDARAAN BERBAHAN BAKAR BENJIN**  
**TERHADAP KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DI UDARA AMBIEN JALAN**  
**RAYA KOTA PADANG**

**Yenni Ruslinda<sup>1</sup>, Hendra Gunawan<sup>2</sup>, Fadjar Goembira<sup>1</sup>, Suci Wulandari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang

e-mail: yenni@ft.unand.ac.id, <sup>2</sup>hendra@ft.unand.ac.id

**ABSTRAK**

*Salah satu sumber partikel timbal (Pb) di udara ambien berasal dari hasil pembakaran bahan tambahan Pb pada kendaraan berbahan bakar bensin yang akan mengemisikan Pb in organik. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh jumlah kendaraan berbahan bakar bensin terhadap konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang yang dilakukan di jaringan jalan primer Kota Padang, diwakili oleh Jl. Sudirman, Jl. Imam Bonjol dan Jl. M. Yunus. Pengambilan sampel Pb dalam PM<sub>10</sub> di udara ambien menggunakan alat Low Volume Sampler dan analisisnya dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom, sedangkan pengukuran jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dilakukan secara manual langsung di lapangan. Hasil pengukuran didapatkan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintasi ketiga jalan berkisar antara 1.553-2.883 unit kendaraan/jam dan konsentrasi rata-rata Pb di udara ambien jalan raya berkisar antara 1,060-1,594 µg/Nm<sup>3</sup>. Konsentrasi ini masih berada di bawah baku mutu menurut PP RI No. 41 tahun 1999. Hasil analisis regresi dan korelasi menunjukkan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin memberikan pengaruh sebesar 79-97% terhadap keberadaan Pb di udara ambien, dengan korelasi sangat kuat (r=0,891-0,987). Uji validasi terhadap persamaan yang dihasilkan memberikan nilai persen error (E) kecil dari 5%.*

*Kata kunci: bensin, jalan raya, PM<sub>10</sub>, timbal (Pb), udara ambien*

## **1. PENDAHULUAN**

Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara di daerah perkotaan. Kendaraan bermotor menghasilkan 85% dari seluruh pencemaran udara yang terjadi. Emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor menghasilkan berbagai polutan seperti Karbon Monoksida (CO), Hidrokarbon (HC), Oksida Nitrogen (NO<sub>x</sub>), Oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>), partikulat dan Timbal (Pb) (Senkey, Jansen, dan Wallah, 2011).

Secara alami Pb ditemukan di udara dengan kadar yang berkisar antara 0,0001 - 0,001 µg/m<sup>3</sup> (Kumaat, 2012). Namun dengan adanya aktivitas transportasi dan industri, konsentrasi Pb di udara mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pb dari kendaraan bermotor berasal dari hasil pembakaran bahan tambahan (*aditive*) Pb pada kendaraan berbahan bakar bensin yang akan menghasilkan emisi Pb in organik. Pb dalam bentuk senyawa alkyl-pb digunakan sebagai campuran bensin yang berfungsi untuk meningkatkan bilangan oktan bahan bakar. Logam berat Pb yang bercampur dengan bahan bakar dan oli, melalui proses di dalam mesin, menghasilkan logam berat Pb yang akan keluar melalui knalpot bersama dengan gas buang lainnya (Popescu, 2011)

Keracunan yang ditimbulkan oleh logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh melalui makanan, minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan

kulit. Sebagian Pb yang terhirup akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel senyawa logam Pb yang ada dan volume udara yang mampu dihirup pada saat bernapas. Makin kecil ukuran partikel debu dan semakin besarnya volume udara yang dihirup akan semakin besar pula konsentrasi logam Pb yang diserap tubuh. Logam Pb yang masuk ke paru-paru melalui proses pernapasan akan diserap dan berikatan dengan darah di paru-paru kemudian akan diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Lebih dari 90% logam Pb yang terserap oleh darah berikatan dengan sel-sel darah merah (Palar, 2008).

Hasil penelitian kadar Pb di udara ambien beberapa kota-kota besar di Indonesia seperti Bandung dan Semarang dalam kurun waktu 10 tahun menunjukkan bahwa kadar Pb yang ada di udara cukup mengkhawatirkan. Konsentrasi Pb di Kota Bandung pada tahun 2006 berkisar antara 0,05-2,92 µg/Nm<sup>3</sup> (Gusnita, 2013). Hasil penelitian Sukono (2011) di Kota Semarang kadar Pb sudah mencapai konsentrasi 2,41 µg/Nm<sup>3</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar timbal yang ada sudah melebihi standar baku mutu menurut PP No.41 tahun 1999 yaitu sebesar 2 µg/Nm<sup>3</sup> (Anonim A, 1999).

Dengan melihat adanya peningkatan konsentrasi partikel Pb di udara ambien jalan raya dan dampaknya terhadap kesehatan, dilakukan penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur konsentrasi partikel Pb di udara ambien jalan raya dan menganalisis pengaruh

jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintasi jalan terhadap keberadaan partikel Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang.

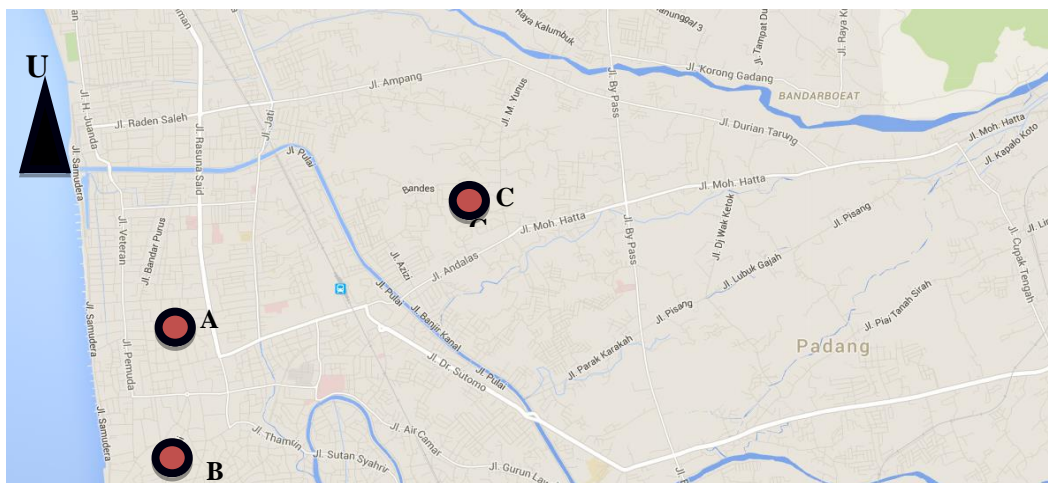
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pengumpulan data sekunder, penelitian pendahuluan, pengambilan data primer, analisis laboratorium, dan pengolahan data. Pengumpulan data sekunder berupa data nama dan klasifikasi jalan Kota Padang yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Padang, data kecepatan dan arah angin dominan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Tabing Padang, dan yang terakhir peta lokasi penelitian yang diperoleh dari *Google Maps*. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan lokasi dan waktu sampling. Penelitian dilakukan dengan menghitung volume lalu lintas di beberapa ruas jalan yang dari pengamatan lapangan diprediksi berpotensi menghasilkan konsentrasi polutan udara lebih besar. Pemilihan lokasi dan tata cara pengukuran di lapangan didasarkan pada SNI-19-7119.9-2005 tentang Penentuan

Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*. Sesuai SNI, lokasi pengambilan sampel udara harus tegak lurus dengan arah angin dominan dan penempatan alat pengambilan sampel pada jarak 1-5 meter dari pinggir jalan raya dan ketinggian 1,5-3 meter dari permukaan tanah, serta berjarak minimal 25 m dari persimpangan dan bebas dari gangguan fisik dan kimia (Anonim, 2005).

Berdasarkan data sekunder dan penelitian pendahuluan yang dilakukan, lokasi sampling yang dipilih pada penelitian ini adalah jaringan jalan primer Kota Padang yang terdiri dari Jl. Sudirman mewakili jalan arteri, Jl. Imam Bonjol mewakili jalan kolektor, dan Jl. M. Yunus mewakili jalan lokal. Gambar 1 memperlihatkan peta lokasi penelitian.

Data primer yang diambil di ketiga lokasi penelitian adalah partikel Pb dalam PM10 di udara ambien jalan raya, data kondisi meteorologi serta data jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintasi ketiga jalan. Pengambilan sampel dilakukan secara bersamaan untuk ketiga parameter tersebut..



Ket: A: Jl. Sudirman, B: Jl. Imam Bonjol, C: Jl. M. Yunus

**Gambar 1 Peta Lokasi PenelitianData**

Sampel Pb di udara ambien diambil setiap empat jam selama dua hari untuk masing-masing jalan. Alat pengambilan sampel Pb menggunakan *Low Volume Sampler (LVS)* merek Sibata SL-15P yang merupakan alat untuk pengambilan PM10 yaitu partikel di udara yang berukuran  $< 10 \mu\text{m}$ . Prinsip kerja alat ini menyaring partikulat pada filter *fiber glass* dengan cara melewatkan udara melalui pompa penghisap pada laju aliran 20 liter/menit. Selanjutnya dilakukan analisis laboratorium dengan mendestruksi filter PM10 dengan asam nitrat, kemudian dilakukan pengukuran kandungan Pb dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm.

kondisi meteorologi saat sampling dibutuhkan untuk perhitungan konsentrasi Pb. Pengukuran kondisi meteorologi dilakukan 15 menit sekali dengan menggunakan *packet weatherman* untuk mengukur

temperatur dan tekanan udara, sedangkan arah angin menggunakan bendera dan kompas. Pengukuran jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dilakukan secara manual dengan menggunakan *counter*. Untuk memudahkan pengukuran di lapangan, sebelumnya telah dilist jenis dan merk kendaraan berbahan bakar bensin yang biasanya melintasi jalan raya Kota Padang. Pengukuran jumlah kendaraan ini dilakukan setiap jam dan diakumulasikan setiap 4 jam sesuai dengan waktu pengambilan sampel Pb.

Setelah diperoleh konsentrasi Pb di udara ambien dan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin pada masing-masing jalan, dilakukan uji analisis regresi dan korelasi dengan SPSS 20 untuk melihat hubungan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dengan konsentrasi Pb. Dalam penelitian ini konsentrasi Pb merupakan variabel

tak bebas sedangkan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin sebagai variabel bebas.

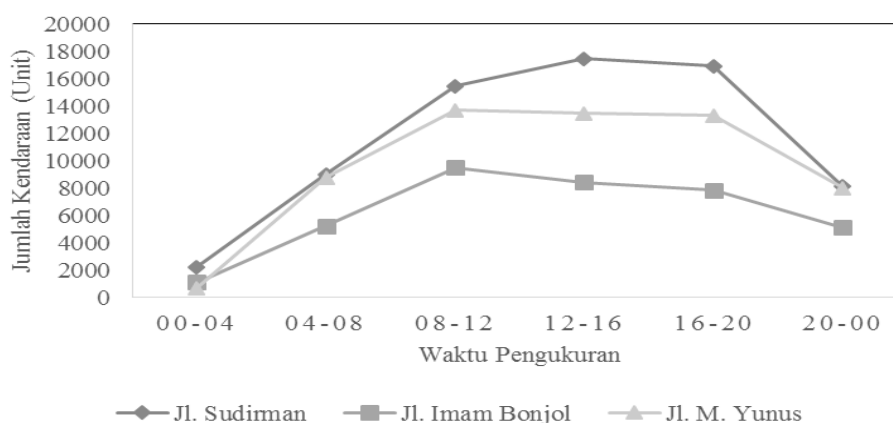
Analisis regresi dilakukan untuk mendapatkan persamaan hubungan antara konsentrasi Pb dengan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin. Analisis korelasi dilakukan untuk mengukur derajat kedekatan suatu relasi yang terjadi antar variabel, yang dinyatakan dengan nilai koefisien korelasi. Koefisien korelasi ( $r$ ) dapat didefinisikan sebagai ukuran hubungan linear antara dua variabel. Angka korelasi berkisar antara 0 (tidak ada korelasi sama sekali) sampai dengan 1 (korelasi sempurna). Angka korelasi yang semakin mendekati 1 berarti korelasi semakin erat sedangkan yang mendekati 0 berarti korelasi semakin lemah (Hasan, 2008).

Selanjutnya dilakukan uji validasi untuk melihat sejauh mana perbedaan antara konsentrasi hasil pengukuran di lapangan dengan konsentrasi hasil perhitungan dengan persamaan yang diperoleh, yaitu dengan menghitung nilai *persen error* ( $E$ ). Makin kecil nilai persen error, makin valid persamaan yang dihasilkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin.

Gambar 2 memperlihatkan fluktuasi harian jumlah kendaraan berbahan bakar bensin di ketiga jalan. Jumlah kendaraan berbahan bakar bensin di ketiga jalan berkisar antara 39.909-41.899 kendaraan/hari. Jumlah kendaraan berbahan bakar bensin rata-rata di Jl. Sudirman sebesar 2.883 kendaraan/jam, Jl. Imam Bonjol sebesar 1.553 kendaraan/jam dan di Jl. M. Yunus sebesar 2.415 kendaraan/jam. Jumlah kendaraan berbahan bakar bensin paling banyak melintas di Jl. Sudirman yang merupakan jalan arteri. Dari pengamatan di lapangan jenis kendaraan bensin yang paling banyak melewati jalan ini adalah jenis kendaraan ringan seperti mobil pribadi dan angkutan kota serta sepeda motor. Selain lebar jalan yang lebih besar dibandingkan kedua jalan lainnya, tata guna lahan sekitar jalan yang terdiri dari kawasan perkantoran dan pendidikan serta letak jalan di pusat kota juga menjadi faktor yang mempengaruhi jumlah kendaraan berbahan bakar bensin lebih banyak melintas di Jl. Sudirman.



**Gambar 2 Fluktuasi Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin di Ketiga Lokasi Penelitian**

Dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kota Padang yaitu di jaringan jalan sekunder didapatkan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintasi jalan berkisar 1.743-2.249 kendaraan/jam. Jumlah ini lebih sedikit dibandingkan dengan jalan primer pada penelitian ini. Perbedaan ini dipengaruhi oleh fungsi jalan, jenis kendaraan, tata guna lahan dan lokasi jalan berada di pusat atau pinggiran kota. Pada jaringan jalan sekunder ini, jumlah kendaraan berbahan bakar bensin paling banyak melintas di Jl. Perintis Kemerdekaan yang merupakan jalan lokal. Jenis kendaraan dominan adalah sepeda motor sebesar 67,48% dan kendaraan ringan sebesar 31,61%. (Gunawan, Ruslinda, Angela, 2015). Fungsi jalan sebagai jalan lokal yang melayani angkutan dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan tidak dibatasi (Anonim,2006), mengakibatkan kendaraan banyak dilalui oleh sepeda motor. Tata guna lahan di sekitar lokasi jalan yang merupakan kawasan pendidikan, rumah sakit dan pemukiman serta lokasi jalan di pusat

kota juga mempengaruhi sepeda motor dan mobil pribadi melintasi jalan ini.

Dari pengamatan lapangan di jaringan jalan primer, lebih banyak dilewati oleh kendaraan berbahan bakar bensin dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar solar untuk ketiga jalan. Hal yang sama juga diperoleh dari penelitian terdahulu di jaringan jalan sekunder yang diwakili oleh Jl. Raya By Pass, Jl. Bagindo Aziz Chan dan Jl. Perintis Kemerdekaan. Dari hasil pengukuran diperoleh persentase kendaraan berbahan bakar bensin sebesar 86,59 - 97,19% dan kendaraan berbahan bakar solar hanya 2,81 - 13,4% (Gunawan, Ruslinda, Angela, 2015).

Pada gambar 2 juga dapat dilihat fluktuasi harian jumlah kendaraan berbahan bakar bensin di ketiga jalan. Jumlah kendaraan berbahan bakar bensin mulai meningkat pada rentang pukul 04.00-08.00 WIB dan mencapai puncaknya pada rentang pukul 08.00-12.00 WIB untuk Jl Imam Bonjol dan M. Yunus, sedangkan

di Jl. Sudirman pada rentang pukul 12.00-16.00 WIB. Di atas pukul 20.00 WIB, jumlah kendaraan berbahan bakar bensin mengalami penurunan hingga mencapai jumlah minimum pada rentang pukul 00.00-04.00 WIB. Fluktuasi ini dipengaruhi oleh fluktuasi aktivitas masyarakat dalam menggunakan kendaraan bermotor di jalan raya.

### 3.2 Analisis Konsentrasi Pb dalam PM10 di Udara Ambien Jalan Raya

Hasil pengukuran konsentrasi rata-rata Pb di ketiga lokasi penelitian berkisar antara 1,060-1,594  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  dengan konsentrasi tertinggi terdapat pada Jl. Sudirman sebesar 1,594  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  diikuti oleh Jl. M. Yunus dan Jl. Imam Bonjol sebesar 1,250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan 1,060  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasi Pb yang tinggi pada Jl. Sudirman dipengaruhi oleh jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang lebih banyak melewati jalan ini dibandingkan dengan jalan lainnya. Kendaraan berbahan bakar bensin yang sering melintas adalah mobil pribadi dan sepeda motor. Urutan konsentrasi partikel Pb di ketiga jalan sama dengan urutan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintasi jalan, dengan urutan dari yang terbesar adalah. Jl. Sudirman, Jl. M. Yunus dan Jl. Imam Bonjol

Konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Yanismai pada tahun 2003. yang berkisar antara 0,336-0,359  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  Peningkatan konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya selama kurun waktu 13 tahun menunjukkan peningkatan sebesar 2-3 kali lipat dari konsentrasi pada tahun 2003. Dibandingkan dengan penelitian di jaringan jalan sekunder yang dilakukan pada tahun 2015 dengan konsentrasi Pb berkisar antara 0,826-1,039  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  (Gunawan, Ruslinda, Amelia, 2016), konsentrasi Pb pada penelitian ini juga lebih tinggi. Penyebab peningkatan konsentrasi ini dipengaruhi oleh peningkatan jumlah kendaraan yang melintasi jalan raya Kota Padang sebesar 5-10% pertahunnya (Anonim, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Sunoko, Hariyanto dan Santoso (2011) di Kota Semarang juga memperlihatkan hubungan antara konsentrasi Pb dengan jumlah kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin. Penelitian ini dilakukan pada empat lokasi yang padat lalu lintas. Hasil pengukuran konsentrasi Pb dari keempat lokasi tersebut berkisar 0,86-2,41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

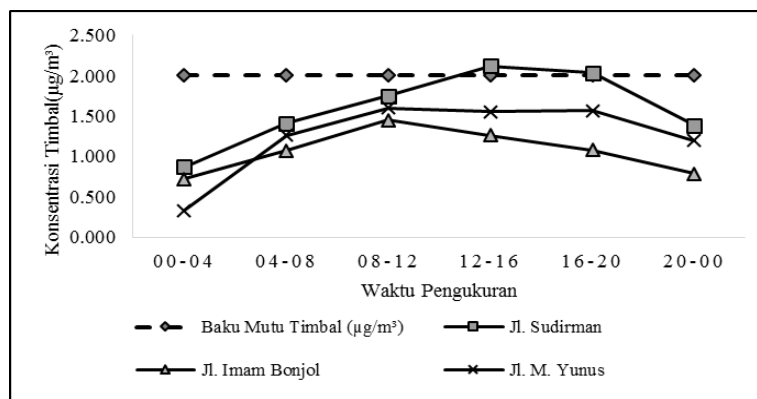
Dalam penelitian ini didapatkan konsentrasi Pb terbesar terdapat pada daerah yang mempunyai arus lalu lintas yang padat dan didominasi oleh kendaraan pribadi dan angkutan umum yang rata-rata menggunakan bahan bakar bensin.

Gambar 3 memperlihatkan fluktuasi harian konsentrasi Pb di jalan raya Kota Padang dan perbandingannya dengan baku mutu. Peningkatan konsentrasi Pb dimulai pada rentang pukul 04.00-08.00. Konsentrasi puncak terjadi pada rentang pukul 08.00-12.00 WIB di Jl Imam Bonjol dan M. Yunus, serta pada rentang pukul 12.00-16.00 WIB di Jl. Sudirman. Konsentrasi Pb mulai mengalami penurunan pada pukul 20.00 WIB, hingga mencapai konsentrasi minimum pada rentang pukul 00.00-04.00 WIB. Fluktuasi konsentrasi Pb di udara ambien sejalan dengan fluktuasi jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintas di ketiga jalan, seperti yang sudah dibahas pada sub bab di atas.

Konsentrasi Pb di jalan raya Kota Padang masih berada di bawah baku mutu menurut PP No 41. Tahun 1999 sebesar 2  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . Namun jika dibandingkan dengan baku mutu lingkungan untuk parameter Pb di udara menurut WHO, dengan batas syarat maksimal kadar Pb udara yang diperbolehkan adalah sebesar 0,5-1,5  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , konsentrasi Pb pada jam-jam puncak terutama pada sore hari menunjukkan konsentrasi yang telah melebihi standar WHO. Untuk itu perlu adanya pemantauan kualitas udara secara berkala terutama untuk parameter Pb, karena Pb mempunyai sifat yang terakumulasi di dalam darah.

Semakin sering dan semakin tinggi terpapar Pb akan mengakibatkan dampak yang semakin parah. Dampak yang disebabkan oleh paparan Pb mulai dari anemia, terganggunya endokrin terutama kelenjar reproduksi hingga gagal ginjal dan kerusakan otak permanen. Dampak ini akan lebih dirasakan oleh anak-anak dibandingkan orang dewasa (Dewi, 2012).

Timbal dari gas buang kendaraan bermotor masuk ke dalam tubuh manusia, melalui udara yang dihirup sebesar 30%-50% dan sekitar 5%-15% yang masuk melalui makanan dan minuman dari timbal yang terdapat dalam udara. Di dalam tubuh timbal bersifat kumulatif dan pada waktu jangka panjang, sekitar 10 tahun, akan menimbulkan gangguan keracunan kronis terutama pada hati, ginjal, jantung dan system saraf pusat (Mukono, 2006).



Gambar 3 Fluktuasi Harian Konsentrasi Pb pada ketiga Lokasi Penelitian

### 3.3 Analisis Hubungan Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dengan Konsentrasi Pb dalam PM10

Analisis regresi dan korelasi digunakan sebagai metode untuk melihat hubungan konsentrasi Pb dengan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin. Tipe regresi yang digunakan adalah regresi linear dan non linear dengan konsentrasi Pb sebagai variabel tak bebas (y) sedangkan jumlah kendaraan berdasarkan bahan bakar sebagai variabel bebas (x). Tabel 1 memperlihatkan persamaan hubungan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dengan konsentrasi Pb.

Dari persamaan tersebut dapat dilihat nilai korelasi (r) antara konsentrasi Pb di udara dengan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin di ketiga jalan berkisar antara 0,891-0,987 dengan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0,794-0,973. Hal ini berarti hubungan antara konsentrasi Pb dengan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dapat diinterpretasikan sebagai korelasi yang sangat kuat. Jumlah kendaraan berbahan bakar bensin memberikan pengaruh sebesar 79-97% terhadap konsentrasi Pb di udara ambien. Sesuai dengan penelitian lain yang menyatakan total konsentrasi Pb di udara sekitar 90% berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor (Wijaya, 2008).

Penggunaan timbal dalam bensin lebih disebabkan oleh keyakinan bahwa tingkat sensitivitas timbal tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal per liter bensin, menurut para ahli mampu menaikkan angka oktan 1,5 sampai 2 satuan. Selain itu, harga timbal relatif murah untuk meningkatkan satu oktan dibandingkan dengan senyawa lainnya. Di Negara Indonesia setiap liter bensin premium yang dijual mengandung 0,70- 0,80 gram senyawa tetraetil dan tetrametil, berarti sebanyak 0,56 – 0,63 gram senyawa timbal akan dilepaskan ke udara untuk setiap liter bensin yang dimanfaatkan (Anonim B, 1999).

Senyawa timbal dalam bentuk *Tetraethyl Lead* (TEL) dan *Tetramethyl Lead* (TML) ditambahkan pada bahan bakar bensin sebagai upaya untuk meningkatkan “octane number” dari bahan bakar tersebut, meningkatkan daya pelumas, meningkatkan efisiensi pembakaran bahan bakar bensin sehingga kinerja kendaraan bermotor meningkat. Timbal yang mencemari udara terdapat dalam bentuk padatan atau partikel-partikel. Padatan timbal terutama berasal dari pembakaran bahan aditif bensin dari kendaraan bermotor yang terdiri dari 62 % *tetraetil-Pb*, 18 % *etilendikhlorida*, 18 % *etilendibromida* dan sekitar 2 % campuran tambahan senyawa-senyawa lain...

Tabel 1. Analisis Regresi, Korelasi dan Uji Validasi Persamaan Jumlah Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dengan Konsentrasi Pb di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang

Nama Jalan	Fungsi Jalan	Persamaan	R <sup>2</sup>	r	Korelasi	Persen Error (E, %)
Jl. Sudirman	Arteri Primer	$y = 0,8287 e^{5E-05x}$	0,933	0,966	Sangat Kuat	5
Jl. Imam Bonjol	Kolektor Primer	$y = 0,6212 e^{8E-05x}$	0,794	0,891	Sangat Kuat	4
Jl. M. Yunus	Lokal Primer	$y = 9E-05x + 0,345$	0,973	0,987	Sangat Kuat	4

Tidak musnahnya Pb dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan bermotor menjadi sangat tinggi (Palar, 2008).

Dari senyawa timbal yang ditambahkan ke bensin, kurang lebih 70% diemisikan melalui knalpot

dalam bentuk garam inorganik, 1% diemisikan masih dalam bentuk *tetraalkyl lead* dan sisanya terperangkap dalam sistem exhaust dan mesin oli (Mukono, 2006). Reaksi kimia pembakaran tidak sempurna di ruang bakar engine dalam kendaraan bermotor yang mengemisikan partikel Pb sebagai berikut :

$C_8H_{18} + O_2 + N_2 \rightarrow CO_2 + HC + NO_x + SO_2 + Pb + O_2 + \text{Partikel lainnya}$ . Kendaraan berbahan bakar bensin lebih dominan mengemisikan CO, HC, dan Pb sedangkan kendaraan berbahan bakar solar lebih dominan terhadap SO<sub>2</sub> dan unsur C yang menimbulkan kepekatan asap knalpot (Anonim B., 1999)

Persamaan yang diperoleh dari analisis regresi dan korelasi hubungan antara jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dan konsentrasi Pb di udara ambien selanjutnya dilakukan uji validasi untuk melihat sejauh mana perbedaan antara konsentrasi hasil pengukuran di lapangan dengan konsentrasi hasil perhitungan dengan persamaan. Pengujian dilakukan dengan menghitung nilai *persen error (E)*. Makin kecil nilai E, makin valid persamaan yang dihasilkan.

Hasil pengujian validasi dari penelitian ini diperoleh nilai E untuk ketiga persamaan berkisar antara 4-5%. Hal ini berarti perbedaan konsentrasi Pb yang dihasilkan dari perhitungan dengan persamaan dan konsentrasi Pb yang diperoleh dari pengukuran lapangan kurang dari 5%. Dengan demikian persamaan hubungan jumlah kendaraan berbahan bakar bensin dan konsentrasi Pb dapat dikatakan valid, karena kecilnya nilai E yang diperoleh.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah: Konsentrasi Pb di jalan raya Kota Padang berkisar antara 1,060-1,594 µg/Nm<sup>3</sup> yang masih berada di bawah baku mutu udara ambien nasional. Konsentrasi Pb ini dipengaruhi oleh jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintas di jalan tersebut sebesar 79-97%. Hal ini terbukti dari samanya fluktuasi harian kedua parameter tersebut serta hasil analisis regresi dan korelasi menghasilkan nilai r sebesar 0,891-0,987, koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0,794-0,973 dan uji validasi persamaan dengan nilai persen error (E) kecil dari 5%.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim A. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999*, tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.

Anonim B. 1999. Komite Penghapusan Bensin Bertimbal. *Dampak Pemakaian Bensin Bertimbal dan Kesehatan*.

Anonim. 2005. *SNI 19-7119.9-2005* tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Roadside. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta

Anonim. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006*, tentang Jalan. Kementerian Perhubungan Darat: Jakarta.

Anonim. 2014. *Profil dan Kinerja Perhubungan Darat Propinsi Sumatera Barat tahun 2014*

Dewi, S.Y. 2012. *Kajian Efektifitas Daun Puring (Codiaeum variegatum) dan Lidah Mertua (Sansevieria trispasiata) dalam Menyerap Timbal di Udara Ambien*. Jakarta: Universitas Satya Negara Indonesia

Gunawan, H. Ruslinda, Y. Angela Y., 2015. Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang. *Prosiding The 18<sup>th</sup> FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung, August 28, 2015*

Gunawan H., Ruslinda Y., Amelia E., 2016. Analisis Hubungan Jenis Kendaraan dengan Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang. *Prosiding Seminar 3<sup>th</sup> ACE National Conference 2016*. Padang.

Gusnita, D. 2010. Green Transport: Transportasi Ramah Lingkungan dan Kontribusinya dalam Mengurangi Polusi Udara. *Berita Dirgantara*, Vol. 11, No. 2, p66-71, ISSN 1411-8920,.

Gusnita, D. 2013. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara*, Vol. 13, No. 3, p95-101. ISSN 1411-8920.

Hasan, M.I. 2008. *Pokok Pokok Statistik untuk Teknk dan Sains*. Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama

Kumaat, M., 2012. Transportasi dan Polusi pada Kawasan Pendidikan. *Jurnal Tekno Sipil*, Vol. 10, No.57, p27-32.

Mukono, H.J. 2006. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol. 2. No 2. Hal 129-142.

Palar, H. 2008. *Pencemaran Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Popescu, C.G., 2011. Relation Between Vehicle Traffic And Heavy Metals Content From The Particulate Matters. *Romanian Reports in Physics*, Vol. 63, No. 2, p477-482.

Senkey, L.S., Jansen, F. dan Wallah, S. 2011. Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* Vol 1, No 2, Hal 119-126.

Sukono, H.R., Hardiyanto, A. dan Santoso, B. 2011. Dampak Aktifitas Transportasi Terhadap Kandungan Timbal (Pb) dalam Udara Ambien Di Kota Semarang. *Jurnal Bioma*, Vol 1, No.2, Hal. 105-112.

Wijaya, 2008. Pertambahan Konsentrasi Jerapan Timbal (Pb) pada Daun Mahoni dari Emisi Kendaraan Bermotor. *Skripsi* Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.

Yanismai, 2010. Hubungan Antara Kepadatan Lalu Lintas dengan Kualitas Udara Di Kota Padang. *Tesis Pascasarjana Universitas Andalas: Padang*