

ACE 3-020 Analisis Hubungan Jenis Kendaraan dengan Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang

Hendra Gunawan^{1*}, Yenni Ruslinda², dan Elza Amelia²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Andalas

*hendra@ft.unand.ac.id

²Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Andalas

Intisari

Salah satu gas buang yang diemisikan dari pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan bermotor adalah timbal (Pb). Penelitian ini menganalisis konsentrasi Pb di udara ambien dan hubungannya dengan jenis kendaraan yang melintasi jalan raya Kota Padang. Jenis kendaraan yang diamati adalah kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Pemilihan lokasi dan tata cara pengukuran didasarkan pada SNI-19-7119.9-2005, dengan alat pengambilan sampel Pb dalam PM₁₀ menggunakan *Low Volume Sampler* dan analisis konsentrasinya dengan Spektrofotometri Serapan Atom. Konsentrasi Pb di udara ambien berkisar antara 0,375-1,600 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan masih berada di bawah baku mutu udara ambien nasional sebesar 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil analisis regresi-korelasi menunjukkan hubungan yang signifikan ($\alpha < 0,05$) antara jenis kendaraan dan konsentrasi Pb dengan nilai korelasi sangat kuat ($r = 0,869-0,981$) dan membentuk fungsi persamaan regresi linear berganda. Dari uji validasi diperoleh perbandingan antara konsentrasi hasil pengukuran di lapangan dengan konsentrasi hasil perhitungan dengan persamaan memberikan nilai persen error (E) sebesar 10-17%.

Kata Kunci: jalan raya, jenis kendaraan, timbal (Pb), udara ambien

PENDAHULUAN

Bahan bakar kendaraan bermotor di Indonesia seperti sepeda motor, kendaraan pribadi dan beberapa jenis kendaraan lain terutama yang menggunakan bensin sampai saat ini masih mengandung konsentrasi timbal (Pb) yang lebih tinggi dari konsentrasi minimum internasional.

Menurut spesifikasi resmi Dirjen Migas, maksimum Pb dalam bahan bakar yang diizinkan adalah 0,45 g/l. Sementara, menurut ukuran internasional ambang batas maksimum Pb adalah 0,15 g/l (Kumaat M., 2012).

Pb dalam bentuk senyawa alkyl-pb digunakan sebagai campuran bensin yang berfungsi untuk meningkatkan bilangan oktan bahan bakar. Alkyl-pb yang terdapat dalam bahan bakar ini mudah menguap dan larut dalam lemak sehingga mudah diabsorpsi oleh manusia melalui inhalasi, ingesti ataupun dermal. Pb dari gas buangan kendaraan bermotor masuk ke dalam tubuh manusia melalui udara yang dihirup sebesar 30-50% dan sekitar 5-15% masuk melalui makanan dan minuman. Di dalam tubuh Pb bersifat kumulatif dan pada jangka waktu yang panjang, sekitar 10 tahun, akan menyebabkan keracunan kronis terutama pada hati, ginjal, jantung dan sistem saraf pusat (Erli K.D.M. dan Pradono, 2009).

Beberapa penelitian kadar Pb yang ada di 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 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (Gusnita, 2013). Hasil penelitian Sukono (2011) di Kota Semarang kadar Pb sudah mencapai konsentrasi 2,41 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar timbal yang ada sudah melebihi standar baku mutu menurut PP No.41 tahun 1999 yaitu sebesar 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Padang tahun 2011, jumlah kendaraan pada tahun 2010 sebanyak 417.068 unit dengan prosentase peningkatan jumlah kendaraan sebesar 23,3%. Hasil pengukuran karakteristik lalu lintas di beberapa ruas jalan di Kota Padang dalam dua tahun terakhir didapatkan 86,59 - 97,19% kendaraan yang berbahan bakar bensin dan hanya sebagian kecil saja yang menggunakan bahan bakar solar dengan rentang 2,81 - 13,4% (Gunawan, H. Ruslinda Y., Angela Y, 2015). Dengan banyaknya jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang melintas di jalan-jalan Kota Padang dikhawatirkan berdampak terhadap keberadaan Pb di udara ambien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang dan hubungannya dengan jenis kendaraan yang melewati jalan tersebut. Diharapkan dari penelitian ini didapatkan model matematis persamaan hubungan jenis kendaraan dengan konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya, sehingga lebih memudahkan dalam perhitungan konsentrasi Pb di lapangan sebagai pendekatan.

STUDI PUSTAKA

Kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60 – 70%, dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10 – 15%. Gas buang sisa pembakaran kendaraan bermotor umumnya menghasilkan senyawa berbentuk gas berupa *Carbon Monoxide* (CO), *Nitrogen Oxide* (NO_x), *HydroCarbon* (HC), partikulat dan timbal (Pb) (Gusnita, D, 2010). Pb berasal dari bahan logam timah yang ditambahkan ke dalam bensin berkualitas rendah untuk meningkatkan nilai oktan guna mencegah terjadinya letupan pada mesin. Hasil pembakaran dari bahan tambahan (*aditive*) Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi Pb in organik. Logam berat Pb yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat Pb akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buang lainnya. Paparan Pb dengan kadar yang rendah yang berlangsung cukup lama dapat menurunkan IQ. Anemia merupakan gejala dini dari keracunan Pb pada manusia. Dibandingkan dengan orang dewasa, anak -anak lebih sensitif terhadap terjadinya anemia akibat paparan Pb (Popescu, C.G., 2011).

Peningkatan pencemaran udara dari sektor transportasi di Indonesia diperkirakan terjadi akibat peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang tidak sebanding dengan peningkatan panjang jalan, penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) dengan kualitas yang masih rendah serta dipengaruhi oleh karakteristik lalu lintas seperti volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas, jenis kendaraan, pola berkendara dan lain sebagainya (Saepudin, A. dan Admono, T., 2005). Berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (1997), klasifikasi jenis kendaraan dibagi atas tiga kelompok yaitu kendaraan ringan (*Light Vehicle, LV*), kendaraan berat (*Heavy Vehicle, HV*), dan sepeda motor (*Motor Cycle, MC*). Kendaraan ringan merupakan kendaraan bermotor ber as dua dengan 4 roda dan dengan jarak as 2,0-3,0 m meliputi mobil penumpang, oplet, mikrobis, *pickup*. Kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan jumlah roda lebih dari 4 dan jarak as lebih dari 3,5 m meliputi bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk kombinasi dan truk kecil. Selanjutnya, sepeda motor merupakan kendaraan bermotor beroda 2 atau 3. Sebagian besar dari jenis kendaraan ini menggunakan bensin sebagai bahan bakarnya, terutama jenis kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan. Keberadaan jenis kendaraan ini dikhawatirkan akan menambah keberadaan Pb di udara ambien jalan raya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dianalisis konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang dan hubungannya dengan jenis kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Dari hasil survei dan penelitian pendahuluan, pengukuran dilakukan di jaringan jalan sekunder Kota Padang yang dibedakan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan. Untuk jalan arteri diwakili oleh Jl. Raya By Pass, untuk jalan kolektor diwakili oleh Jl. Bagindo Aziz Chan dan jalan lokal diwakili oleh Jl. Perintis Kemerdekaan. Pemilihan lokasi dan tata cara pengukuran dilapangan 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. Pengukuran yang dilakukan di lokasi penelitian adalah pengambilan data jumlah kendaraan berdasarkan jenis kendaraan dan pengambilan sampel polutan Pb di udara ambien. Pengukuran dilakukan setiap empat jam sekali selama dua hari.

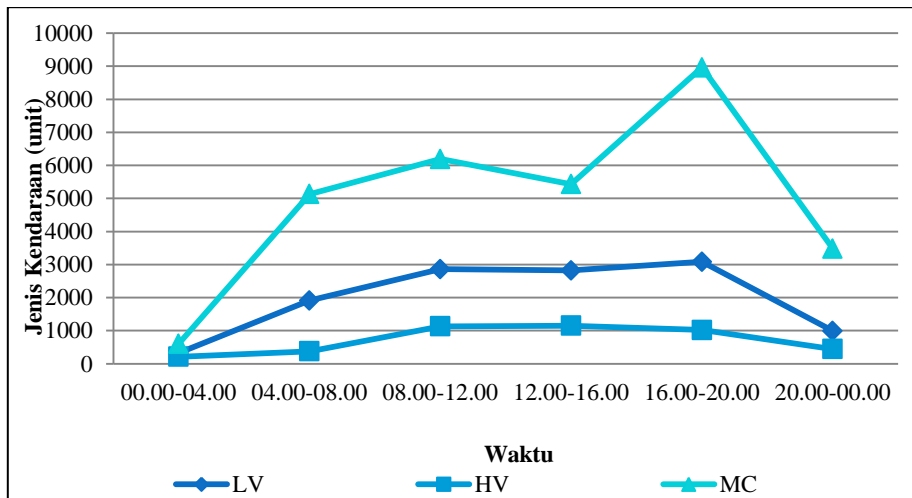
ANALISIS JENIS KENDARAAN

Pengukuran jenis kendaraan dalam penelitian ini dibedakan atas kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor. Jumlah total kendaraan yang melewati lokasi penelitian paling tinggi terdapat pada Jl. Raya By Pass diikuti oleh Jl. Bagindo Aziz Chan dan Jl. Perintis Kemerdekaan dengan jumlah kendaraan pada masing-masing jalan yaitu 46.155 unit, 43.240 unit dan 42.083 unit kendaraan. Berdasarkan jenisnya, jumlah kendaraan sepeda motor lebih banyak dibandingkan kendaraan ringandan kendaraan berat. Persentase sepeda motor tertinggi terdapat pada Jl. Perintis Kemerdekaan sebesar 67,48% diikuti oleh Jl. Raya By Pass sebesar 64,58% dan Jl. Bagindo Aziz Chan sebesar 57,69%. Untuk jenis kendaraan ringan, persentase terbesar terdapat pada Jl. Bagindo Aziz Chan sebesar 41,47% selanjut pada Jl. Perintis Kemerdekaan sebesar 31,61% dan Jl. Raya By Pass sebesar 26,01%. Untuk jenis kendaraan berat, persentase terbesar yaitu 9,41% pada Jl. Raya By Pass, diikuti oleh Jl. Perintis Kemerdekaan dan Jl. Bagindo Aziz Chan sebesar 0,91% dan 0,84%.

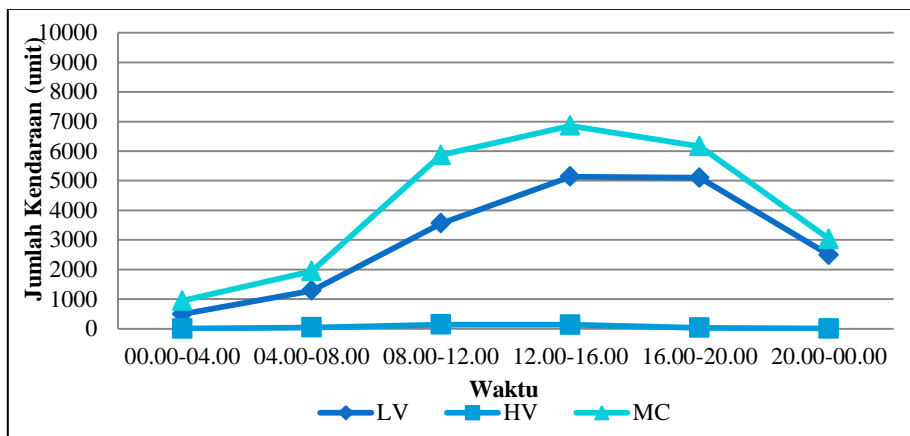
Kondisi yang sama juga terjadi pada penelitian di kota lain, persentase sepeda motor lebih tinggi dibandingkan dengan persentase jenis kendaraan lainnya. Berdasarkan statistik transportasi DKI Jakarta tahun 2015, persentase kendaraan bermotor di wilayah DKI Jakarta pada tahun

2014 yaitu sebesar 74,67 % untuk jenis sepeda motor, 18,64% untuk jenis mobil penumpang, 3,84% untuk mobil beban, 2,07% untuk bus dan 0,79% untuk jenis kendaraan khusus. Besarnya persentase jumlah sepeda motor ini dipengaruhi oleh tingginya pertumbuhan sepeda motor setiap tahunnya. Data Ditlantas Polda Metro Jaya dalam statistik transportasi DKI Jakarta tahun 2015 memaparkan pertumbuhan berbagai jenis kendaraan dari tahun 2010-2014, pertumbuhan sepeda motor setiap tahunnya sebesar 10,54%, pertumbuhan mobil penumpang sebesar 8,75%, 4,46% untuk kendaraan jenis mobil beban dan 2,13% untuk jenis bus (BPS Propinsi DKI Jakarta, 2015)

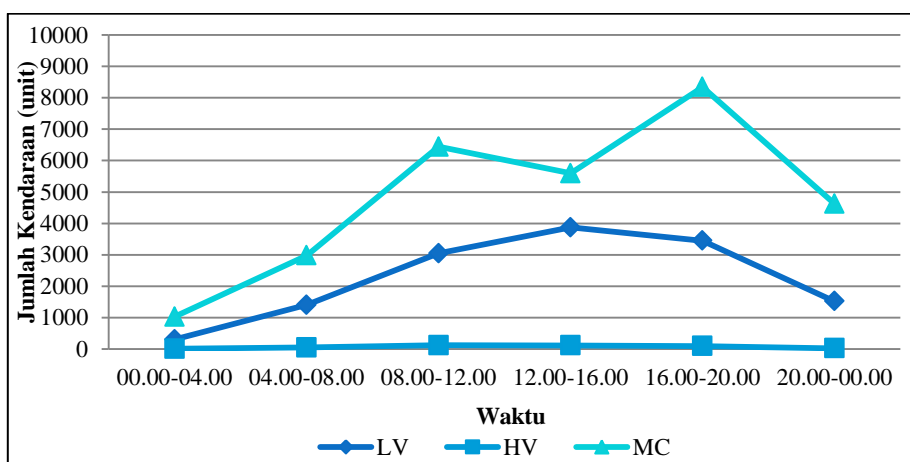
Pola fluktuasi harian jumlah kendaraan berdasarkan jenis di ketiga jalan dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3. Untuk semua jenis kendaraan, jumlahnya mulai meningkat pada rentang waktu jam 04.00-08.00 pagi hari, kemudian mencapai puncaknya pada rentang waktu jam 16.00-20.00 sore hari di Jl. Raya By Pass dan Jl. Perintis Kemerdekaan, sedangkan di Jl. Bagindo Aziz Chan pada siang hari jam 12.00-16.00. Jumlah kendaraan mulai menurun pada malam hari mulai jam 20.00 dan mencapai titik terendah pada rentang jam 00.00-04.00.



Gambar 1 Fluktuasi Jumlah Kendaraan berdasarkan Jenis di Jl. Raya By Pass



Gambar 2 Fluktuasi Jumlah Kendaraan berdasarkan Jenis di Jl. Bgd. Aziz Chan



Gambar 3 Fluktuasi Jumlah Kendaraan berdasarkan Jenis di Jl. Perintis Kemerdekaan

ANALISIS KONSENTRASI Pb

Pengambilan sampel Pb di udara ambien dilakukan terhadap Pb yang terdapat dalam *Particulate Matter* 10 (PM10). Untuk itu pengambilan sampel dilakukan dengan alat *Low Volume Sampler (LVS)* merek Sibata SL-15P yang merupakan alat untuk pengambilan PM10 yaitu partikel di udara yang berukuran < 10 μm. 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

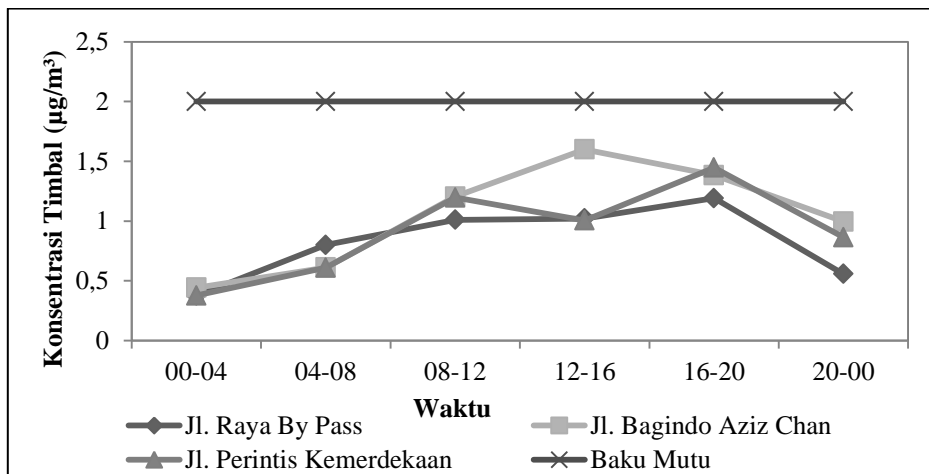
nitrat, kemudian dilakukan pengukuran kandungan Pb dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm.

Hasil pengukuran konsentrasi Pb di ketiga lokasi penelitian berkisar antara 0,375-1,600 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi rata-rata tertinggi terdapat pada Jl. Bagindo Aziz Chan sebesar 1,039 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ diikuti oleh Jl. Perintis Kemerdekaan sebesar 0,917 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan Jl. Raya By Pass sebesar 0,826 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi Pb yang tinggi di Jl. Bagindo Aziz Chan diduga dipengaruhi oleh jenis kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan yang melewati jalan tersebut, dengan persentase 99%. Dari Gambar 2 terlihat jumlah kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan lebih mendominasi Jl. Bagindo Aziz Chan yang berada dekat kawasan komersil dan perkantoran. Kendaraan sepeda motor dan kendaraan ringan ini umumnya menggunakan bahan bakar bensin, yang merupakan sumber dari emisi Pb di jalan raya akibat dari pembakaran bahan bakar dalam mesin kendaraan.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi Pb terbesar terdapat pada daerah yang mempunyai arus lalu lintas yang padat dan didominasi oleh kendaraan pribadi dan sepeda motor yang rata-rata menggunakan bahan bakar bensin.

Jika dibandingkan dengan baku mutu udara ambien nasional menurut PP No 41. Tahun 1999 sebesar 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, konsentrasi Pb di jalan raya Kota Padang masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. 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 yang dilakukan secara berkala terutama untuk parameter Pb, karena Pb mempunyai sifat yang terakumulasi di dalam darah. Semakin sering dan semakin tinggi terpapar Pb mengakibatkan dampak yang dirasakan semakin parah. Dampak yang disebabkan oleh paparan Pb mulai dari anemia, terganggunya endokrin terutama kelenjar reproduksi hingga gagal ginjal dan kerusakan otak permanen (Sudarmaji, J., Mukono, Coriel, P., 2006).

Gambar 4 memperlihatkan fluktuasi harian konsentrasi Pb di ketiga lokasi penelitian dan perbandingannya dengan baku mutu. Konsentrasi Pb mulai meningkat pada pagi hari mulai jam 04.00-08.00 dan mencapai puncaknya pada jam 12.00-16.00 di Jl. Bagindo Aziz Chan, dan pada rentang jam 16.00-20.00 di Jl. Raya By Pass dan Jl. Perintis Kemerdekaan. Konsentrasi Pb mulai menurun pada rentang waktu jam 20.00-00 malam hari hingga mencapai titik terendah pada jam 00.00-04.00. Fluktuasi ini sejalan dengan fluktuasi jumlah kendaraan berdasarkan jenis yang melintasi ketiga jalan tersebut.



Gambar 4 Fluktuasi Harian Konsentrasi Pb di Ketiga Lokasi Penelitian

ANALISIS HUBUNGAN JENIS KENDARAAN DAN KONSENTRASI Pb

Analisis hubungan antara jenis kendaraan dan konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang dilakukan dengan analisis regresi dan korelasi menggunakan SPSS 20. Analisis regresi dilakukan untuk mendapatkan persamaan hubungan antara jenis kendaraan (LV, HV dan MC) sebagai variabel bebas (x) dan konsentrasi Pb sebagai variabel tidak bebas (y), sedangkan analisis korelasi 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, M.I., 2008)

Dari hasil analisis regresi dan korelasi diperoleh hubungan yang sangat kuat antara jenis kendaraan dan konsentrasi Pb di ketiga jalan, dengan

nilai korelasi berkisar 0,869-0,981, dan membentuk fungsi persamaan regresi linear berganda dikarenakan jenis kendaraan menggunakan tiga variabel yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor. Nilai determinasi (R^2) untuk ketiga jalan berkisar 0,756-0,963. Hal ini berarti pengaruh jenis kendaraan terhadap konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang lebih dari 75%. Tabel 1 memperlihatkan persamaan hubungan antara jenis kendaraan dan konsentrasi Pb di ketiga jalan yang diperoleh dari analisis regresi dan korelasi.

Tabel 1 Persamaan Hubungan Jenis Kendaraan dan Konsentrasi Pb

Nama Jalan	Persamaan	R^2	r	Korelasi
Jl. Raya By Pass (jalan arteri)	$Y = 0,00018 LV - 3,616 E-05 HV + 3,699 E-05 MC + 0,2748$	0,963	0,981	Sangat Kuat
Jl. Bgd. Aziz Chan (jalan kolektor)	$Y = 0,00019 LV + 0,0026 HV + 4,09 E-05 MC + 0,3187$	0,950	0,975	Sangat Kuat
Jl. Perintis Kemerdekaan (jalan lokal)	$Y = 8,24 E-05 LV + 0,0029 HV + 4,03 E-05 MC + 0,2997$	0,756	0,869	Sangat Kuat

Keterangan : Y = Konsentrasi Pb ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
 LV = Jumlah kendaraan ringan (unit)
 HV = Jumlah kendaraan berat (unit)
 MC = Jumlah sepeda motor (unit)

Selanjutnya dilakukan uji terhadap persamaan-persamaan tersebut, dengan menguji signifikansi kedua variabelnya, yang diinterpretasikan dengan nilai signifikansi (α). Kedua variabel mempunyai hubungan yang signifikan jika nilai $\alpha < 0,05$ dan kedua variabel tidak berhubungan yang signifikan jika nilai $\alpha > 0,05$. Dari uji signifikansi diperoleh ketiga persamaan mempunyai nilai signifikansi $\alpha < 0,05$. Hal ini berarti dengan tingkat kepercayaan 95%, persamaan hubungan jenis kendaraan dengan konsentrasi Pb di masing-masing jalan dapat diterima.

Untuk melihat sejauh mana perbandingan antara konsentrasi Pb yang dihasilkan dari persamaan-persamaan di atas dengan konsentrasi Pb yang dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan dilakukan uji validasi. Uji validasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menghitung nilai *persen error* (E) antara konsentrasi hasil pengukuran dan konsentrasi hasil perhitungan. Dari perhitungan nilai persen error untuk ketiga jalan dalam penelitian ini diperoleh nilai E berkisar antara 10-17%. Dengan demikian, persamaan hubungan jenis kendaraan dengan

konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang memberikan nilai persen error kurang dari 20%.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh adanya hubungan yang sangat kuat ($r = 0,869-0,981$) antara jenis kendaraan yaitu jumlah kendaraan ringan, kendaraan berat dan sepeda motor dengan konsentrasi Pb di udara ambien jalan raya Kota Padang. Hubungan ini membentuk fungsi persamaan regresi linear berganda. Uji signifikansi dan validasi terhadap persamaan didapatkan persamaan dapat diterima ($\alpha < 0,05$) dan memberikan nilai perbandingan antara konsentrasi hasil pengukuran di lapangan dan konsentrasi hasil perhitungan, atau nilai persen error (E) kecil dari 20%. Konsentrasi Pb di jalan raya Kota Padang masih berada di bawah baku mutu udara ambien nasional, yaitu kecil dari $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi yang telah membantu mendanai kegiatan penelitian ini dalam skim Penelitian Fundamental tahun 2015 dengan kontrak no.16/H.16/Fundamental/LPPM/2015 serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Andalas yang telah memfasilitasi kegiatan ini.

REFERENSI

- Erli K.D.M. dan Pradono, 2009. Wacana Sustainable Urban Form di Indonesia: Aksesibilitas Lokal dan Perilaku Perjalanan Menuju Fasilitas Sekolah Dasar. *Simposium XII FSTPT*, Universitas Kristen Petra Surabaya, 14 November 2009.
- Gunawan, H. Ruslinda Y., Anggela Y, 2015. Pengaruh Karakteristik Lalu Lintas Terhadap Konsentrasi Gas NO₂ di Udara Ambien Roadside Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang. *Prosiding 2nd ACE National Conference 2015*, Hal. 88-94, 13 Agustus 2015, Padang.
- Gusnita, D. 2010. Green Transport: Transportasi Ramah Lingkungan dan Kontribusinya dalam Mengurangi Polusi Udara. *Berita Dirgantara*, Vol. 11, No. 2, ISSN 1411-8920, Hal 66-71.
- Gusnita, D. 2013. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara*, Vol. 13, No. 3, ISSN 1411-8920, Hal 95-101.

-
- 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, Hal. 27-32.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. 1997.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, *tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Kementrian Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 *tentang Jalan*.
- Popescu, C.G., 2011. Relation Between Vehicle Traffic And Heavy Metals Content From The Particulate Matters. *Romanian Reports in Physics*, Vol. 63, No. 2, pp 47 –482.
- Saepudin, A. dan Admono, T., 2005. Kajian Pencemaran Udara Akibat Emisi Kendaraan Bermotor di DKI Jakarta. *Teknologi Indonesia* Vol. 28 No.2, Hal. 29-39.
- SNI 19-7119.9-2005 *tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Roadside*. 2005. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Sudarmaji, J., Mukono, Coriel, P., 2006. Toksologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 2, No. 2, Hal. 129 - 142
- 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.

