

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309705196>

3rd ACE Conference

Cover Page · October 2016

CITATIONS

0

READS

36

1 author:



Ace Conference

Universitas Andalas

9 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

3rd ACE
CONFERENCE

UNIVERSITAS ANDALAS, PADANG
22-23 OKTOBER 2016

ISBN 978-602-9081-16-9

PROSIDING

**3rd ANDALAS CIVIL ENGINEERING
NATIONAL CONFERENCE**

Tema: "Ketahanan Terhadap Bencana dan Penanggulangannya"



Penyelenggara:
Fakultas Teknik
Universitas Andalas
<http://ft.unand.ac.id>

PROSIDING

ACE

ANDALAS CIVIL ENGINEERING
NATIONAL CONFERENCE 2016

TEMA:

**“KETAHANAN TERHADAP BENCANA DAN
PENANGGULANGANNYA”**

EDITOR:

Nurhamidah
Benny Hidayat

PENYELENGGARA:

Fakultas Teknik, Universitas Andalas
[Http://ft.unand.ac.id](http://ft.unand.ac.id)

PENERBIT:

Fakultas Teknik Universitas Andalas

Hak Cipta @2016 pada Fakultas Teknik
Universitas Andalas, Padang, Indonesia

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini
dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk
memfotokopi, merekam, atau teknik perekaman lainnya, tanpa izin tertulis dari
penulis.

Diterbitkan oleh:
Fakultas Teknik Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis Padang
Indonesia 25163

ISBN:978-602-9081-16-9

SUSUNAN PANITIA ACE – 3

Pembina

Dekan Fakultas Teknik Universitas Andalas

Pengarah

Ketua/Sekretaris Jurusan Teknik Sipil:

Taufika Ophyandri, PhD/ Sabril Haris, PhD

Ka. Prodi Teknik Sipil

Yosritzal, PhD

PenanggungJawab

Ka. Prodi Pasca Sarjana Teknik Sipil:

Prof. Dr. Zaidir

Ketua Pelaksana

Junaidi, Dr.Eng

Sekretaris

Nurhamidah, MT, MEngSc

Bendahara

Nidiasari, MT

Anggota

Mas Mera, PhD

Benny Hidayat, PhD

Purnawan, PhD

Yervi Hesna, MT

Bayu Martanto Adji, PhD

Ahmad Junaidi, MT, MEngSc

Masrilayanti, PhD

Sabila Qisthi Yenas

Riri Sartivana

Ulfa Mahmuda

Zakiya Ulfah

Nadia Saputri

Sigit Laberta Jhoney

Afdhal Amri

Gregorius Felan

Kenefi Rahman

Praba Esa Ridho Justin

Putri Anniversary Eldes

Irham Siddiqi

Lingga Dea Fathonah R.

Muhammad Syafiq

Aqil Seprian Ginata

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur Kami panjatkan kepada Allah SWT atas terselenggaranya Seminar Nasional ke 3 Andalas Civil Engineering (ACE-3) dengan tema : **"Ketahanan Terhadap Bencana dan Penanggulangannya"**.

Prosiding ini berisi 70 makalah yang diterima oleh Panitia Seminar Nasional ACE 3. Pelaksanaan Seminar ACE bertepatan dengan kegiatan Lustrum 60 Universitas Andalas. Seminar ini diadakan pada tanggal 22-23 Oktober 2016, berlokasi di Gedung Pascasarjana, Kampus Limau Manis, Universitas Andalas, Padang.

Dalam pelaksanaannya, seminar ACE diselenggarakan dalam 2 sesi yakni : sesi panel dan sesi Paralel. Sesi Panel menghadirkan pemakalah kunci yang berasal dari India, Malaysia dan Indonesia. Sedangkan sesi Paralel terbagi menjadi 5 paralel session berdasarkan pengelompokan bidang keahlian berkaitan dengan Kebencanaan yakni terkait bidang Struktur, Transportasi, Geoteknik dan Keairan.

Selanjutnya pada kesempatan ini, izinkan kami menyampaikan penghargaan dan rasa terimakasih kami kepada:

1. Rektor Universitas Andalas, Dekan Fakultas Teknik dan Ketua Jurusan Teknik Sipil atas dukungan moril dan sponsorshipnya.
2. Pembicara Kunci (*keynote speakers*) atas kehadiran dan penyampaian materinya.
 - Prof. Dr. H. Ismail Abustan, dari Universiti Sains Malaysia
 - Dr. Raju Aedla, dari International Journal Cafet – Innova, Technical Society Hyderabad, Telangana, India
 - Dr. Abdul Hakam, dari Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas, padang
3. PT. Semen Padang dan PT. Blue Bird atas sponsor pendamping.
4. Para panitia, pemakalah, tamu undangan dan hadirin yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga prosiding ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang.

Billahittaufig walhidayah,
Wassalaamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuhu.
Padang, Oktober 2016
TTD

Dr. Eng. Junaidi
Ketua Panitia

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/309705949>

Daftar Isi Prosiding ACE

Chapter · October 2016

CITATIONS

0

READS

22

1 author:



Ace Conference

Universitas Andalas

9 PUBLICATIONS **0 CITATIONS**

SEE PROFILE

DAFTAR ISI

SUSUNAN PANITIA	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
ACE 3-001. Pemodelan Optimasi Evakuasi Tsunami di Kota Padang <i>Siska Anggria, Mahdhivan Syafwan, Efendi</i>	1
ACE 3-002. Penilaian Kinerja Aspek Operasional dan Pemetaan Kebutuhan dan Tekanan Air pada Sistem Pengelolaan Air Bersih di Kampus UNAND Menggunakan Epanet dan Quantum GIS <i>Mas Mera, Romi Cristianofa, dan Junaidi</i>	17
ACE 3-003. Tingkat Kepuasan Masyarakat terhadap Konstruksi Bangunan Pengendali Banjir di Kawasan Sungai Batang Nareh <i>Ikhwannul Yusra, Bambang Istijono, Taufika Ophiyandri</i>	29
ACE 3-004. Menentukan Awal Musim Tanam dan Optimasi Pemakaian Air dan Lahan Daerah Irigasi Batang Lampasi <i>Mas Mera, Hendra</i>	39
ACE 3-005. Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Proyek Pembangunan Gedung RS Universitas Andalas <i>Zaidir, Taufika Ophiyandri, Tony Armando</i>	53
ACE 3-006. Evaluasi Kelayakan Struktur Bangunan Gedung Ex-PO.ANS berdasarkan SNI Gempa 1726:2012 <i>Zaidir, Fauzan, Dina Angreini</i>	75
ACE 3-007. Studi Mikrozonasi Untuk Wilayah DKI Jakarta <i>Delfebriyadi, Masyhur Irsyam, Bigman M. Hutapea, Iswandi Imran</i>	91
ACE 3-008. Pemantauan Kualitas Udara Perkotaan Menggunakan Lumut Kerak (Lichen) <i>Sumarlin, Muhammad Dikman Maheng, Rosdiana</i>	107
ACE 3-009. Uji Kekakuan Aspal Menggunakan Bahan Tambah Abu Arang Tempurung Kelapa Lolos dan Tertahan Saringan #200 <i>Doni Varlyanto, Purnawan</i>	117
ACE 3-010. Analisis Komposisi Beton "Topmix Permeable" Sebagai Bahan Inovasi Ramah Lingkungan Mengatasi Banjir <i>Muhammad Izad, Aidil Abrar, Nuryasin Abdillah</i>	125
ACE 3-011. Persepsi Owner Terhadap Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Jalan Kabupaten di Provinsi Sumatera Barat <i>Badri Razzak Winanda, Taufika Ophiyandri, D.I. Prihantony</i>	139
ACE 3-012. Perumusan Standar Operasioanal Prosedur (SOP) Pengendalian Kelebihan Muatan Angkutan <i>Utami Dewi Arman, Bayu Budi Irawan</i>	157
ACE 3-013. Analisa Kelayakan Investasi Proyek Jembatan Kelok-9 setelah Beroperasi <i>Wendra</i>	241

ACE 3-014.	Penggunaan Teknologi Informasi Berbasis Aplikasi Android dalam Mitigasi Bencana Gempa dan Tsunami di Kota Padang Aditya Arief	257
ACE 3-015.	Respon Struktur Gedung Shelter Kantor PU Sumatera Barat Berdasarkan SNI 1726-2012 <i>Fauzan, Siska Apriwelni, Anggita Rizki</i>	267
ACE 3-016.	Analisis Perkuatan (Retrofit) Gedung Kantor Gubernur Sumatera Barat Menggunakan Steel Bracing <i>Fauzan, Febrin Anas Ismail, Zev Al Jauhari, Irfan Setiawan</i>	275
ACE 3-017.	Kapasitas Geser Elemen Struktur Beton Bertulang Berpenampang Lingkaran <i>Rendy Thamrin, Ruddy Kurniawan, Annisa Prita Melinda</i>	285
ACE 3-018.	Studi Integrasi Area Traffic Control Melalui Kordinasi Persimpangan pada Ruas Jalan Aziz Chan dan Jenderal Sudirman sebagai Jalur Emergency Kota Padang <i>Yossyafra, Syifa Fauziah</i>	295
ACE 3-019.	Evaluasi Pelayanan Minimum Angkutan Trans Padang Di kota Padang <i>Rendi Mahardika, Purnawan,</i>	307
ACE 3-020.	Analisis Hubungan Jenis Kendaraan dengan Konsentrasi Timbal (Pb) di Udara Ambien Jalan Raya Kota Padang <i>Hendra Gunawan, Yenni Ruslinda, Elza Amelia</i>	315
ACE 3-021.	Analisa Biaya Perkerasan Kaku menggunakan Wiremesh dan Steel Fibre pada Driveway Proyek PT. WIK BATAM <i>Ridwan Arif, Nadia Khaira Ardi, Jeffry Doloksaribu</i>	327
ACE 3-022.	Analisa Hidrograf Satuan Sintetis di Kawasan Rawan Banjir Bandar Lampung <i>Susilowati, Yulfriwini</i>	339
ACE 3-023.	Perencanaan Shelter Di Kecamatan Koto Tangah Kelurahan Pasir Nan Tigo <i>Ari Rama Nugraha Kirana, Bambang Istijono, Benny Hidayat</i>	353
ACE 3-024.	Studi Kekuatan Tarik Akar Bambu terhadap Stabilitas Tanah di Bawah Lereng <i>Mukhsin, Maimun Rizalihadi, Rizki Ramadhan</i>	377
ACE 3-025.	Pengaruh Penambahan Campuran Bitumen Cold Mix dan Kantong Plastik Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lunak <i>Yulindasari Sutejo, Ratna Dewi, Bujangga, Reffanda Kurniawan Rustam</i>	385
ACE 3-026.	Studi Pemanfaatan Kontainer sebagai Rumah Hunian Sementara Pasca Bencana <i>Kharrel Dwi Putra, Benny Hidayat, Taufika Ophyandri</i>	397
ACE 3-027.	Perkuatan Lereng dengan Geogrid dan Sheet Pile pada Jalan Kikim Besar (Km. 256) Kota Lahat <i>Yulia Hastuti, Ratna Dewi, R. A. Mitha Wahyuni</i>	405

ACE 3-028.	Analisis Kelongsoran Lereng Gunung Tigo-Padang Pariaman Akibat Gempa Sumatera Barat 2009 <i>Nanda, Abdul Hakam</i>	415
ACE 3-029.	Audit Keselamatan Jalan Tahap Detailed Engineering Design (Studi Kasus Peningkatan Kapasitas Jalan Padang Bypass) <i>Ten Mailisa, Yossyafra, Yosritzal</i>	425
ACE 3-030.	Studi Perilaku Shear Wall pada Struktur Beton dengan Analisis Pushover <i>Saloma, Yakni Idris, Hanafiah, Mathius Leo</i>	445
ACE 3-031.	Pengaruh Penggunaan Limbah Serabut Kelapa, Ijuk dan Karung Goni Sebagai Material Untuk Drainase Vertikal <i>Ratna Dewi, Yulia Hastuti, Nyayu Insyirah, Syeilla Nadira Ikhwan1, dan Dita Bela Putri</i>	457
ACE 3-032.	Tinjauan Penerapan Sistem Management Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) (Studikasuk: Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Pekanbaru) <i>Hendra Taufik, Suci Restu Miswati Jusan</i>	469
ACE 3-033.	Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan (Land Use) Terhadap Debit Aliran dan Sistem Drainase Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) <i>Darwizal Daoed, Masril Syukur, M. Habibur Rahman</i>	481
ACE 3-034.	Pengetahuan Pengemudi Sepeda Motor Usia Sekolah terhadap Peraturan Lalu Lintas <i>Yosritzal, Hanna Yanis</i>	497
ACE 3-035.	Analisis Fenomena Force Gap dan Gap Acceptanced pada Arus Lalu Lintas Oleh Pengendara Sepeda Motor <i>Yosritzal, Fadhila Auliani</i>	509
ACE 3-036.	Analisis Preferensi Pekerja Kantoran terhadap Aktivitas Carsharing di Kota Padang dengan Menggunakan Teknik Stated Choice <i>Yosritzal, Dwi Ananti Putri</i>	517
ACE 3-037.	Kajian Potensi Pemanenan Air Hujan (Rain Water Harvesting) Sebagai Antisipasi Perubahan Iklim Global dan Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kota Bandar Lampung <i>Aprizal, A Ikhsan Karim</i>	533
ACE 3-038.	Pola Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Pesisir Kota Bandar Lampung <i>Any Nurhasanah, Yulfriwini, Susilowati</i>	547
ACE 3-039.	Analisis Pasang Surut dengan Menggunakan <i>Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i> <i>Andy Hendra*, Imam Suprayogi, Fitria sar¹</i>	555
ACE 3-040.	Pemodelan Kincir Air untuk Kebutuhan Air Bersih, Air Tanam dan Pembangkit Listrik <i>Juniardi, Ilyas Sadad</i>	567

ACE 3-041.	Analisis Keruntuhan Timbunan Jalan By Pass Arosuka Yang Menggunakan Geosintetik <i>Hendri GP, Dedi Rinaldi, Alan Budi</i>	573
ACE 3-042.	Strategi Perbaikan Aksesibilitas Infrastruktur Dasar Desa Santaban Kecamatan Sajingan Kabupaten Sambas <i>Heri Azwansyah, Sumiyattinah, Ferry Juniardi, Bayu Martanto Adji</i>	585
ACE 3-043.	Analisis nonlinier Peredam Dinamik Pendulum Ganda dengan Pegas dan Dashpot pada Struktur Geser Dua Derajat Kebebasan <i>Mulyadi Bur, Lovely Son, dan Meifal Rusli</i>	593
ACE 3-044.	Evaluasi Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal Sebagai Jalur Evakuasi (Jalan M.Hatta dan Jalan Benteng, Pasar Baru, Limau Manih) <i>Titi Kurniati, M. Azhar</i>	603
ACE 3-045.	Implementasi Bridge Management System Indonesia di Jembatan Kabupaten Agam <i>Gani Basya</i>	613
ACE 3-046.	Analisis Karakteristik Daerah Aliran Sungai pada Wilayah Sungai Akuaman Berbasis Sistem Informasi Geografis <i>Rifqi Zahri, Manyuk Fauzi, Bambang Sujatmoko</i>	629
ACE 3-047.	Analisis Keruntuhan Kolom Beton Bertulang Akibat Variasi Massa Beban Ledakan <i>Brian P.M., Reni, S., Ismeddyanto</i>	639
ACE 3-048.	Respon Sistem Multi Degree of Freedom Akibat Pembebanan Pola Ramp dengan Metode Newmark- β <i>Puri Awanda .C, Reni Suryanita, dan Enno Yuniarto</i>	647
ACE 3-049.	Respons Struktur Portal Baja Akibat Variasi Pembebanan Sinusoidal dengan Analisis Riwayat Waktu <i>Vomania, ReniSuryanita, Alex Kurniawandy</i>	655
ACE 3-050.	Analisis Tingkat Kerusakan Struktur Bangunan Beton Bertulang Dengan Variasi Riwayat Waktu Gempa <i>Muhamad Zulfakar, Reni Suryanita, Enno Yuniarto</i>	665
ACE 3-051.	Analisis Pemanfaatan Limbah Besi Pengganti Agregat Kasar pada Beton sebagai Bahan Inovasi Mengatasi Air Permukaan <i>Devi Devrionika, Aidil Abrar, Sony Adiya Putra</i>	675
ACE 3-052.	Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Pupuk Urea dengan Tanah Lempung Lunak dari Pengujian CBR Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Pupuk Urea dengan Tanah Lempung Lunak dari Pengujian CBR <i>Ramadhani, Sathya Putra Wijaya, Yulindasari Sutejo, Ratna Dewi</i>	689
ACE 3-053.	Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur Beton OPC dan PCC menggunakan Air Gambut sebagai Air Pencampur	697

	<i>Andrian Prasetyo, Iskandar Romey Sitompul, Zulfikar Djauhari, Ismeddiyanto, Monita Olivia</i>	
ACE 3-054.	Kuat Tekan dan Porositas Beton OPC dan PCC menggunakan Air Gambut sebagai Pencampur Beton <i>Redol Sianturi, Lita Damayanti, Edy Saputra, Monita Olivia</i>	711
ACE 3-055.	Ketahanan Mortar Abu Sekam Padi pada Suhu Tinggi <i>Mirza Afrian, Zulfikar Djauhari, Monita Olivia</i>	719
ACE 3-056.	Pemetaan Indeks Bahaya Banjir Pada Kecamatan Tampan, Marpoyan Damai, dan Payung Sekaki <i>Nerrissa Arfiana, Bambang Sujatmoko, Andy Hendri</i>	729
ACE 3-057.	Asesmen dan Mitigasi terhadap Kekuatan Struktur Gedung di Pekanbaru <i>Alex Kurniawandy, Andy Hendri, Rahmatul Firdaus</i>	739
ACE 3-058.	Pengembangan Model Pengukuran Kinerja Rantai Pasok pada Industri Konstruksi Perumahan Sederhana <i>Putranesia Thaha, Taufika Ophiyandri, Yervi Hesna</i>	749
ACE 3-059.	Efektifitas Metode Pendistribusian Air pada Jaringan Pemipaan Air Bersih di Fakultas Teknik Universitas Andalas (Studi Kasus: Jurusan Teknik Sipil) <i>Tamara Trie Fitri, Junaidi</i>	757
ACE 3-060.	Pola Sedimentasi Muara Batang Arau Sebelum dan Setelah Pengerukan (Pengukuran 2009 dan 2015) <i>Junaidi, Sigit Laberta Jhonez, Welly Yudia Oktavian</i>	773
ACE 3-061.	Daktilitas Struktur Hubungan Pelat-Kolom Beton Mutu Sangat Tinggi <i>Ruddy Kurniawan, Bambang Budiono, Awal Surono, Ivindra Pane</i>	785
ACE 3-062.	Studi Integrasi <i>Area Traffic Control System</i> Melalui Koordinasi Persimpangan pada Ruas Jalan Aziz Chan dan Jenderal Sudirman sebagai Jalur <i>Emergency</i> di Kota Padang <i>Yossyafra, Syifa Fauziah</i>	793
ACE 3-063.	Identifikasi Sedimentasi Lahan Pada DAS Sungai Paku Kabupaten Kampar Riau Berbasis GIS <i>Mudjiatko</i>	803
ACE 3-064.	Studi Tingkat Pemahaman Masyarakat tentang Rumah Aman Gempa di Kecamatan Koto Tangan Kota Padang <i>Gusni Vitri, Bayu Budi Irawan, Deni Irda Mazni</i>	819
ACE 3-065.	Perilaku Bangunan Tinggi Yang Memiliki <i>Core Wall</i> Akibat Beban Gempa Statik Non-Linier <i>Jati Sunaryati, Rudy Ferial, Astrid Oliviana Sudirman</i>	833

ACE 3-066.	Studi Eksperimental tentang Penggunaan Wing-Wall Untuk Antisipasi Kelemahan Sambungan Balok-Kolom Konstruksi Beton Bertulang <i>Jafril Tanjung, Randi Alga</i>	843
ACE 3-067.	Pengaruh Debit dan Sudut Kemiringan Pipa Utama Terhadap Besarnya Aliran Air pada Pipa Cabang <i>Syaifullah, Sunaryo</i>	855
ACE 3-068.	Potensi Penurunan Tanah pada Areal Pemukiman di Lahan Gambut <i>Andriani</i>	863
ACE 3-069.	Kehandalan Nilai koefisien FPGA pada SNI-1726-2012 Untuk Kasus Situs Tanah Sedang dan Tanah Lunak <i>Delfebriyadi, Mahsyur Irsyam, Bigman M. Hutapea, Iswandi Imran</i>	875
ACE 3-070.	Studi Potensi Kerawanan Bencana Erupsi Gunung Marapi dan Pengaruhnya Terhadap Pengembangan Wilayah Pertanian di Kab. Tanah Datar <i>Daz Edwiza, Bujang Rusman, Bambang Istijono, Abdul Hakam</i>	887

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 µg/Nm³ dan masih berada di bawah baku mutu udara ambien nasional sebesar 2 µg/Nm³. 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.

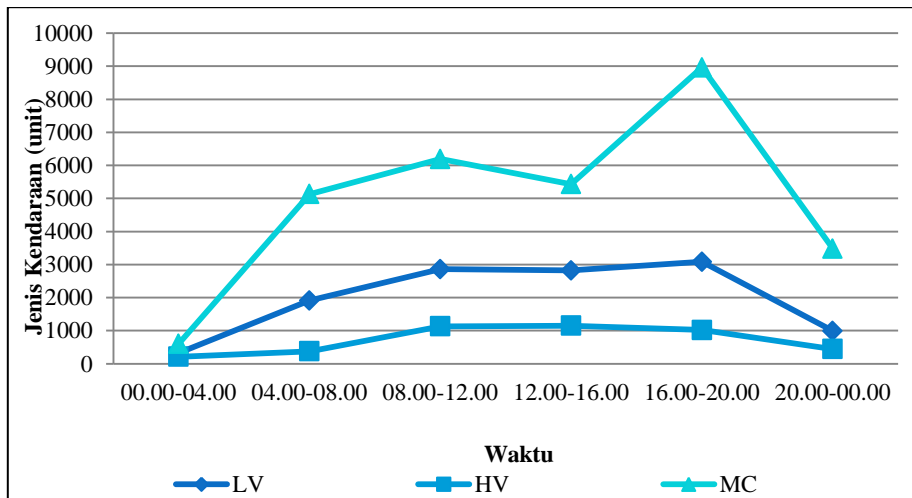
ANALISIS JENIS KENDARAAN

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%.

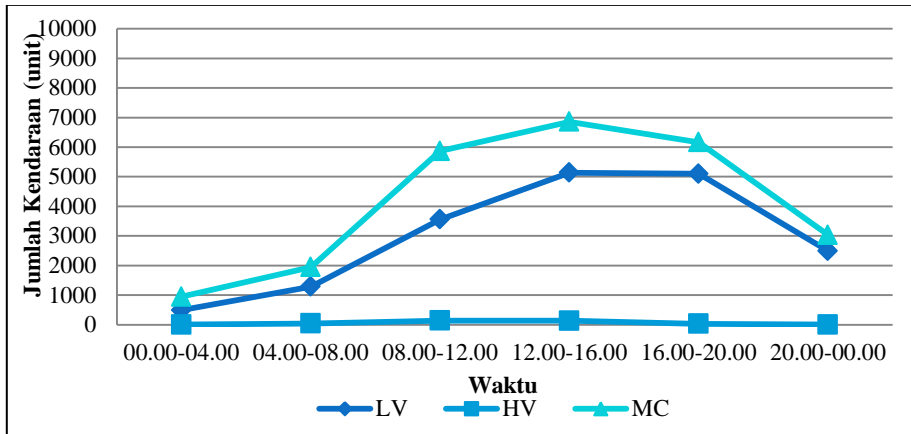
Kondisi yang sama juga terjadi pada penelitian di kota lain, persentase sepeda motor lebih tinggi dibandingkan dengan persentase jenis kendaraan lainnya. Berdasarkan statistik transportasi DKI Jakarta tahun 2015, persentase kendaraan bermotor di wilayah DKI Jakarta pada tahun

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)

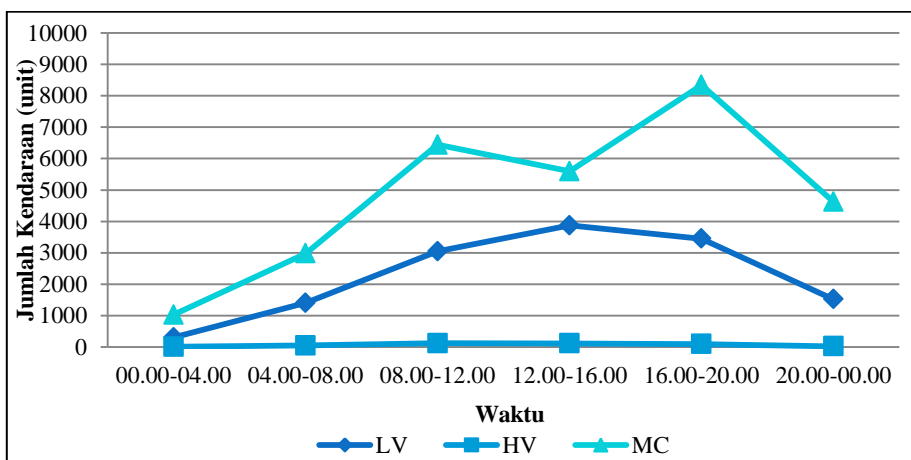
Pola fluktuasi harian jumlah kendaraan berdasarkan jenis di ketiga jalan dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3. Untuk semua jenis kendaraan, jumlahnya mulai meningkat pada rentang waktu jam 04.00-08.00 pagi hari, kemudian mencapai puncaknya pada rentang waktu jam 16.00-20.00 sore hari di 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

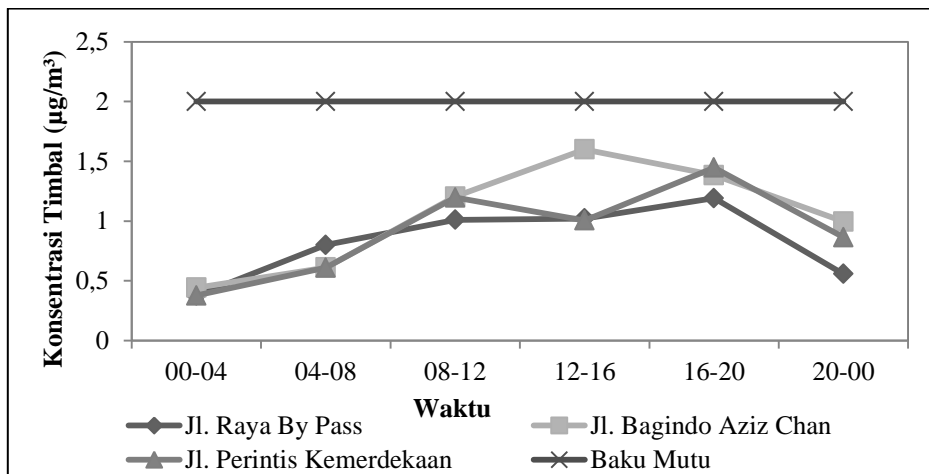
nitrat, kemudian dilakukan pengukuran kandungan Pb dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 283,3 nm.

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.

