

PENGARUH ARAH ANGIN PADA KEPADATAN LALU LINTAS TERHADAP BEBAN EMISI KENDARAAN BERMOTOR DAN KONSENTRASI GAS SO₂ DI KAWASAN ROADSIDE KOTA PADANG

Vera Surtia Bachtiar

Jurusan Teknik Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, Sumbar
vera_sb@ft.unand.ac.id

Purnawan

Jurusan Teknik Sipil/Fakultas teknik
Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, Sumbar
purnawan@ft.unand.ac.id

Reri Afrianita

Jurusan Teknik Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, Sumbar
rerianita@ft.unand.ac.id

Dittia Rahma

Jurusan Teknik Lingkungan/Fakultas Teknik
Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, Sumbar
dittiarahma@yahoo.com

Abstract

This research is intended to analyze the effect of traffic density on emission loads and SO₂ concentration with variation of wind coming angle to the road (α). The equipment used in SO₂ gas measurement is impinger and spectrophotometer. Sampling of SO₂ is carried out at three location points representing the change of α , at an angle 0⁰ is on Jl. A. Yani, 30⁰ is on Jl. Andalas and 60⁰ is on Jl. Hamka. The results showed that SO₂ concentration on Jl. A. Yani has a range of 7.97 - 51.51 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Jl. Andalas 38.37-85.35 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ and Jl. Hamka 84,67-162,22 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Increased traffic density is directly proportional to SO₂ concentration. For the similar traffic density value, α influenced emission loads and SO₂. The largest emission load and SO₂ concentration are at the greatest α (90) and the emission load and the smallest SO₂ concentration are at the smallest α (0). The reductions of emission loads and SO₂ concentrations of $\alpha = 60$ to $\alpha = 0$, respectively reach about 33% and 66%.

Keywords: Traffic density, wind coming angle, impinger, SO₂ concentration, emission loads.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap beban emisi dan konsentrasi SO₂ dengan variasi sudut datang angin terhadap jalan (α). Peralatan yang digunakan dalam pengukuran SO₂ adalah impinger dan spektrofotometer. Sampling SO₂ dilakukan di tiga titik lokasi yang mewakili perubahan α , yaitu Jl. A. Yani ($\alpha = 0^0$), Jl. Andalas ($\alpha = 30^0$), dan Jl. Hamka ($\alpha = 60^0$). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi SO₂ pada Jl. A. Yani memiliki rentang 7,97 – 51,51 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, Jl. Andalas 38,37 – 85,35 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan Jl. Hamka 84, 67 – 162,22 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Meningkatnya kepadatan lalu lintas berbanding lurus dengan meningkatnya beban emisi konsentrasi SO₂. Untuk kepadatan lalu lintas yang sama, α mempengaruhi beban emisi dan konsentrasi SO₂. Beban emisi dan konsentrasi SO₂ terbesar berada pada $\alpha = 60$ dan terkecil terdapat pada $\alpha = 0$. Penurunan beban emisi dan konsentrasi SO₂ dari $\alpha = 60$ ke $\alpha = 0$, yang mencapai 33% dan 66%.

Kata Kunci: kepadatan lalu lintas, sudut datang angin, impinger, konsentrasi SO₂, beban emisi.

PENDAHULUAN

Pencemaran udara adalah “masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara ambien turun

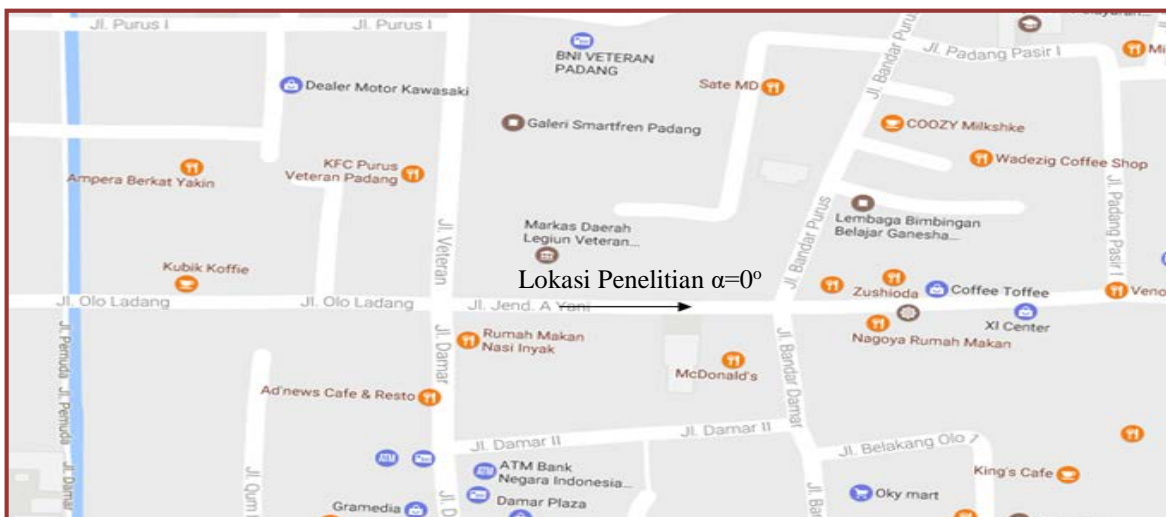
sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya” (PP.41 Tahun 1999). Salah satu sumber pencemaran udara adalah transportasi (Bachtiar dkk, 2016; Bachtiar dkk, 2015). Transportasi membawa polusi udara sebanyak 40% yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Grondys dkk, 2016).

Salah satu polutan yang disebabkan oleh aktivitas transportasi adalah SO₂ (Bennet, 1987; Lanzafame dkk, 2014; Jo dan Park, 2005; Yao dkk, 2011). Menurut SNI 19-7119.9-2005, untuk menentukan konsentrasi SO₂ di kawasan roadside, sampling dilakukan pada titik yang tegak lurus arah angin dominan. Akan tetapi, melihat dari peta Kota Padang, tidak semua jalan tegak lurus terhadap arah angin dominan, sehingga perlunya pengukuran konsentrasi SO₂ pada udara *roadside* di Kota Padang dengan perubahan sudut datang angin dominan terhadap jalan (α). Sudut α yang digunakan adalah 0⁰, 30⁰ dan 60⁰. Hasil pengukuran konsentrasi gas SO₂ dikorelasikan dengan kepadatan lalu lintas dan beban emisi dari kendaraan bermotor. Penelitian ini ditujukan untuk melihat pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap beban emisi dan konsentrasi SO₂ akibat perbedaan sudut datang angin dominan terhadap jalan (α).

METODOLOGI

Lokasi Titik Sampling

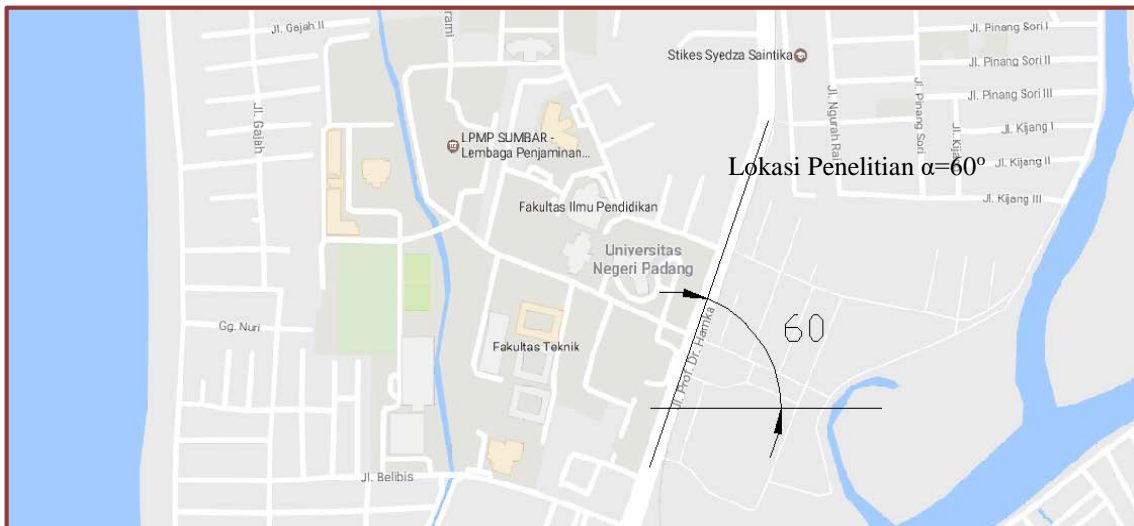
Penentuan titik sampling berdasarkan sudut yang terbentuk antara arah angin dominan dengan jalan (α). Nilai α berkisar antara 0⁰ (sejajar jalan) sampai 90⁰ (tegak lurus jalan). Lokasi titik sampling dipilih sebanyak tiga titik yang mewakili perubahan sudut α , yaitu pada sudut 0⁰ (Jl. A. Yani), sudut 30⁰ (Jl. Andalas) dan sudut 60⁰ (Jl. Hamka). Lokasi *sampling* ketiga titik tersebut, dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Lokasi *Sampling* Jl. A. Yani ($\alpha = 0^0$)



Gambar 2. Lokasi *Sampling* Jl. Andalas ($\alpha = 30^\circ$)

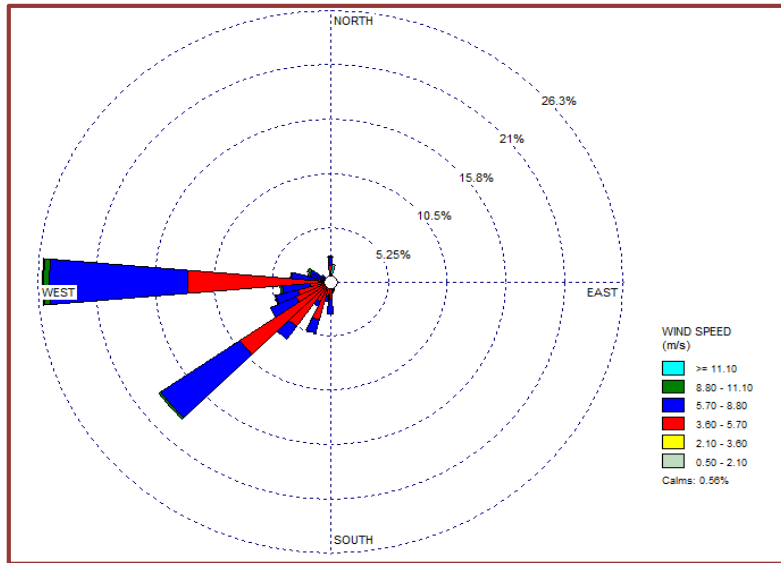


Gambar 3. Lokasi *Sampling* Jl. Hamka ($\alpha = 60^\circ$)

Berdasarkan *wind rose* Kota Padang tahun 2012 hingga 2016, arah angin dominan terjadi dari arah Barat, sehingga sudut 0° adalah sejajar arah Barat. Untuk lebih jelasnya *wind rose* Kota Padang dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengambilan Data Lalu Lintas, Meteorologi dan Konsentrasi Gas SO₂

Penelitian dilakukan dengan *sampling* di lapangan dan analisis laboratorium. Pengambilan sampel SO₂ dilakukan pada bulan Maret 2017 selama 9 hari untuk 3 titik pemantauan dengan memperhatikan faktor meteorologi dan karakteristik lalu lintas. Pada setiap titik pemantauan, *sampling* dilakukan selama 3 hari dengan pengukuran setiap 1 jam selama 10 jam/hari yang dimulai pada pukul 07.00-17.00 WIB. Total sampel yang dikumpulkan untuk 3 titik yaitu 90 sampel. *Sampling* dilakukan menggunakan *impinger* dan *digital pocket weatherman*, kompas, anemometer dan *traffic counter*.



Gambar 4. *Wind Rose* Kota Padang 2012-2016 (Sumber: BMKG, 2017)

Uji konsentrasi dilakukan berdasarkan SNI 19-7119.7-2005, menggunakan metode pararosanilin dengan prinsip dasar SO_2 di udara diserap oleh larutan kalium tetramercurat sebagai absorban yang membentuk senyawa kompleks dikloro sulfonatomercurat dengan penambahan larutan pararosanilin dan formaldehid maka akan terbentuk senyawa pararosanilin metal sulfonat yang berwarna ungu. Intensitas warna yang ditimbulkan akan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm.

Penentuan Beban Emisi

Penentuan nilai beban emisi setiap polutan dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 berikut (Nasamani dkk, 2006):

$$E_p = \sum_{i=1}^n L \times N_i \times F_{pi} \quad (1)$$

Dimana,

- L = panjang jalan yang diteliti
- N_i = jumlah kendaraan bermotor tipe i yang melintas ruas jalan (kendaraan/jam)
- F_{pi} = faktor emisi kendaraan bermotor tipe i (g/Km)
- E_p = intensitas emisi dari suatu ruas (g/jam/km)
- p = jenis polutan yang diestimasi.

Nilai faktor emisi setiap jenis kendaraan dan jenis polutan berbeda, besarnya nilai faktor emisi SO_2 pada beberapa tipe kendaraan berdasarkan Permen LH No 12 Tahun 2012.

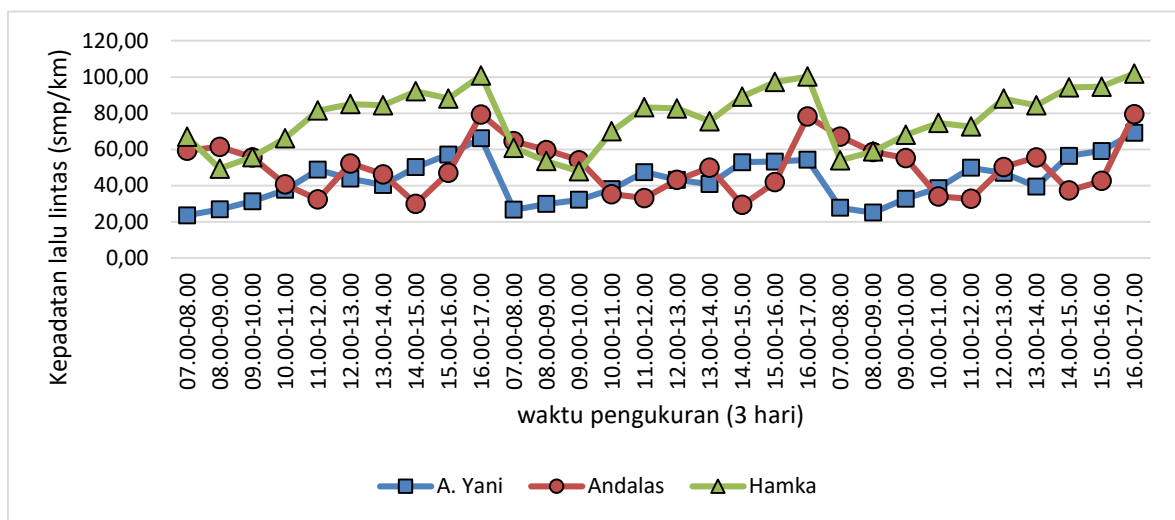
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas yang dibahas di sini adalah kepadatan dan kecepatan lalu lintas. Kepadatan lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang

tertentu dari lajur atau jalan dan dirata-ratakan terhadap waktu. Kecepatan lalu lintas diperoleh dari hasil bagi antara volume lalu lintas dengan kecepatan lalu lintas (May, 1990; Al-Sobky dan Mousa, 2016).

Dari hasil pengukuran didapat kondisi kepadatan lalu lintas di Jl. A. Yani selama *sampling* berkisar antara 24 smp/km – 69 smp/km. Rata-rata kepadatan di Jl. A. Yani didapatkan sebesar 43 smp/km. Kondisi kepadatan lalu lintas di Jl. Andalas selama *sampling* berkisar antara 29 smp/km – 79 smp/km. Rata-rata kepadatan di Jl. Andalas didapatkan sebesar 50 smp/km. kondisi kepadatan lalu lintas di Jl. Hamka selama *sampling* berkisar antara 48 smp/km – 102 smp/km. Rata-rata kepadatan di Jl. Hamka didapatkan sebesar 77 smp/km. Fluktuasi kepadatan lalu lintas di lokasi penelitian setiap jam selama *sampling* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kepadatan Lalu Lintas

Gambar 5 menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas pada ketiga lokasi *sampling* berbeda setiap jam, namun perbedaan kepadatan lalu lintas relatif sama setiap hari. Hal ini menunjukkan adanya fluktuasi kepadatan lalu lintas yang relatif sama setiap jam per harinya pada ketiga lokasi *sampling*.

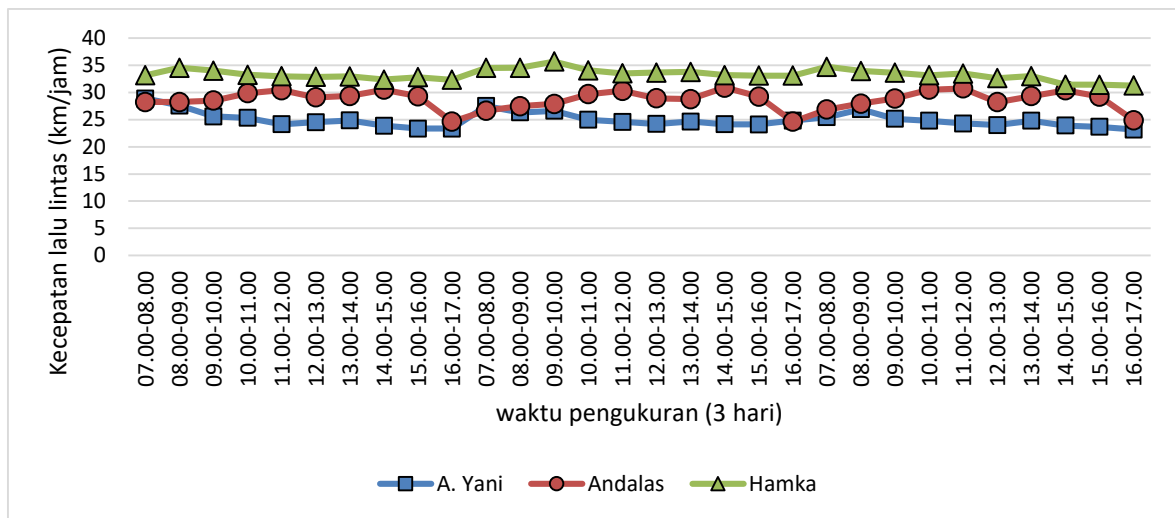
Kecepatan lalu lintas didefinisikan sebagai laju pergerakan, dinyatakan dalam jarak per satuan waktu (km/jam). Kecepatan lalu lintas dipengaruhi oleh volume lalu lintas dan karakteristik fisik dari jalan tersebut. Hasil pengukuran didapatkan kondisi kecepatan lalu lintas di Jl. Jend. A. Yani selama *sampling* berkisar antara 23,18 km/jam – 28,89 km/jam. Kecepatan kendaraan rata-rata di Jl. A. Yani didapatkan sebesar 24,99 km/jam. Kondisi kecepatan lalu lintas di Jl. Andalas selama *sampling* berkisar antara 24,62 km/jam – 30,9 km/jam. Kecepatan kendaraan rata-rata di Jl. Andalas didapatkan sebesar 28,66 km/jam. Kondisi kecepatan lalu lintas di Jl. Hamka selama *sampling* berkisar antara 31,29 km/jam – 35,71 km/jam. Kecepatan kendaraan rata-rata di Jl. Hamka didapatkan sebesar 33,32 km/jam. Untuk lebih jelasnya fluktuasi kecepatan lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bahwa kecepatan lalu lintas yang melewati ketiga lokasi *sampling* berbeda setiap jam, namun perbedaan kecepatan lalu lintas relatif sama setiap hari. Hal ini

menunjukkan adanya fluktuasi kecepatan lalu lintas yang relatif sama setiap jam per harinya pada ketiga lokasi *sampling*.

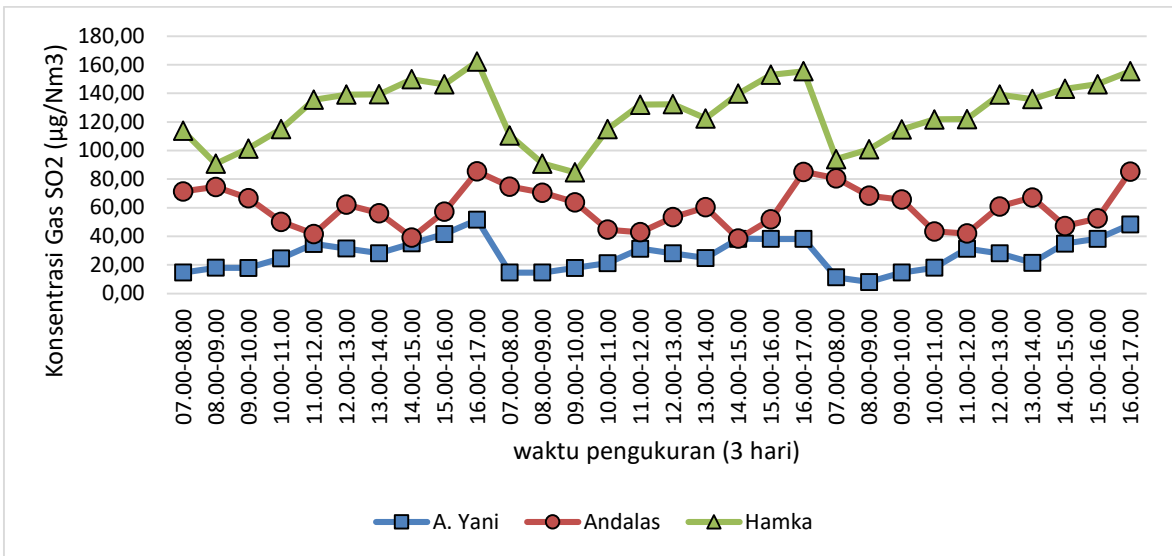
Konsentrasi Gas SO₂

Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi gas SO₂ yang terukur berbeda-beda setiap jamnya dan membentuk suatu pola yang dapat dilihat pada Gambar 7. Konsentrasi gas SO₂ rata-rata paling tinggi terdapat di Jl. Hamka sebesar 127,35 µg/Nm³, kemudian Jl. Andalas sebesar 60,09 µg/Nm³ dan yang paling rendah terdapat di Jl. A. Yani sebesar 24,79 µg/Nm³. Tingginya konsentrasi gas SO₂ pada Jl. Hamka disebabkan jumlah kendaraan pada jalan tersebut lebih tinggi dibandingkan dua jalan lainnya. Hal ini sama dengan hasil penelitian Istirokhatun, dkk (2016) dimana telah terjadi peningkatan konsentrasi gas SO₂ yang berpotensi pencemaran udara akibat aktivitas kendaraan bermotor yang dipengaruhi jumlah kendaraan, semakin banyak jumlah kendaraan yang melintas maka konsentrasi SO₂ di udara ambien semakin tinggi.



Gambar 6. Kecepatan Lalu Lintas

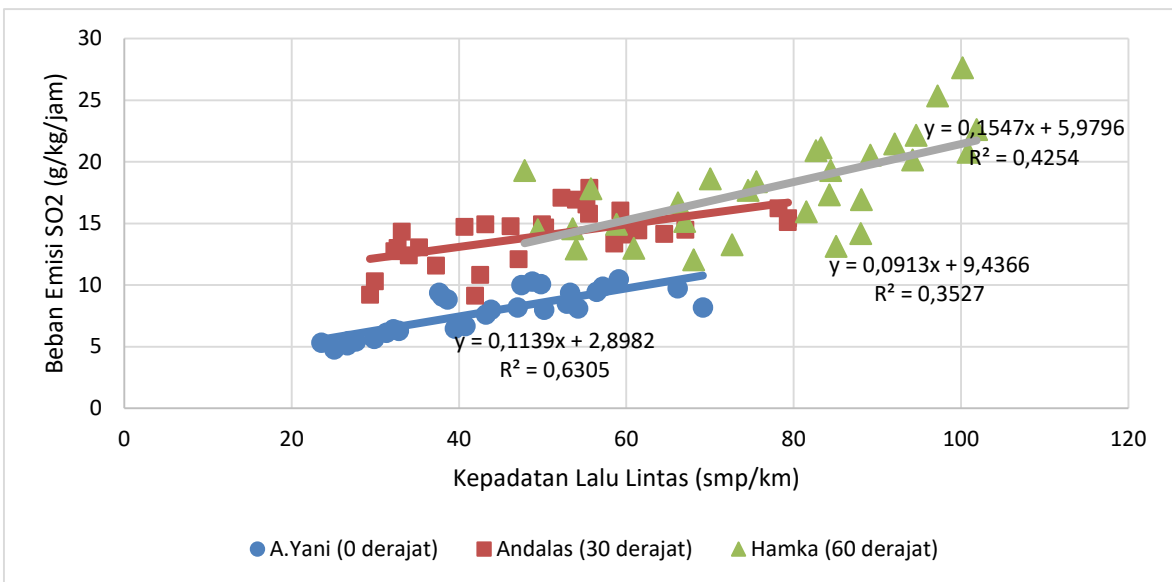
Tingginya konsentrasi pada Jl. Hamka juga dipengaruhi oleh faktor meteorologi yaitu sudut datang angin dominan terhadap Jl. Hamka yang besar dari jalan lain, semakin kecil sudut datang angin terhadap jalan maka kecepatan angin semakin besar (Rehimi dan Landolsi, 2013) dan mengakibatkan pergerakan udara, maka terjadi suatu proses penyebaran gas SO₂ yang mengakibatkan penurunan konsentrasi SO₂. Hal ini sama dengan penelitian Venkatram dkk (2013), menyatakan bahwa hubungan sudut datang angin dominan signifikan terhadap konsentrasi, sebab terjadinya dispersi polutan seiring dengan kemiringan sudut angin.



Gambar 7. Konsentrasi Gas SO2

Hubungan Kepadatan Lalu Lintas dengan Beban Emisi Gas SO2

Beban emisi dapat digunakan untuk melihat bagaimana tingkat pengaruh jumlah kendaraan terhadap konsentrasi pencemar pada suatu wilayah. Beban emisi di Jl. A. Yani selama *sampling* berkisar antara 4,79 g/km/jam – 10,46 g/km/jam. Beban emisi di Jl. Andalas selama *sampling* berkisar antara 9,16 g/km/jam – 17,89 g/km/jam. Beban emisi di Jl. Hamka selama *sampling* berkisar antara 12,05 g/km/jam – 27,62 g/km/jam. Beban emisi dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas suatu kawasan roadside. Hubungan kepadatan dan beban emisi dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



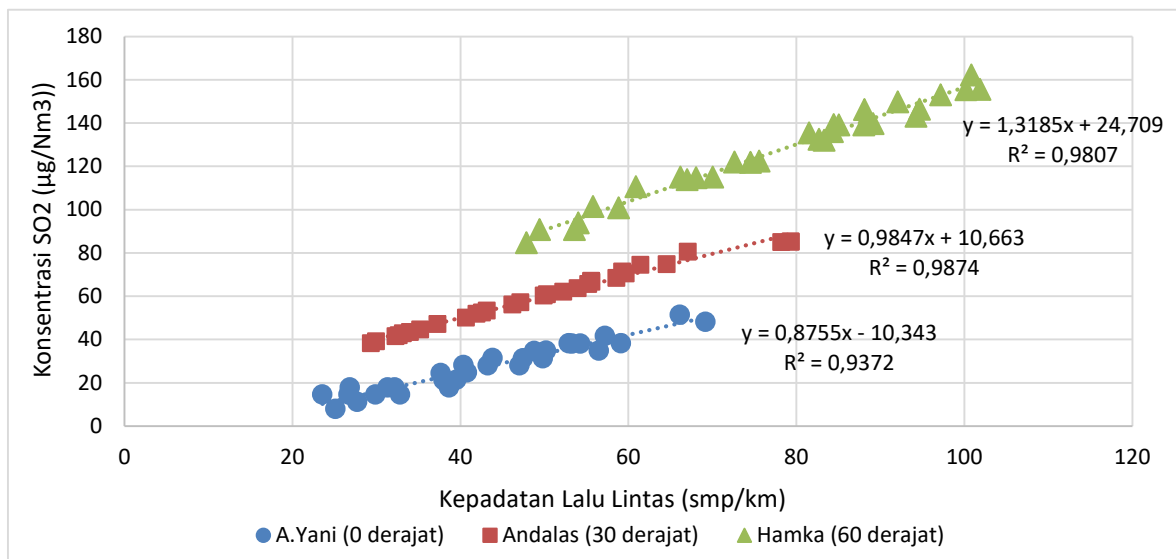
Gambar 8. Hubungan Kepadatan Lalu Lintas dengan Beban Emisi Gas SO2

Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa beban emisi dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas. Selain itu, beban emisi juga dipengaruhi oleh sudut datang angin terhadap jalan (α). Terlihat dari Gambar 8, bahwa dengan kepadatan lalu lintas yang sama, beban emisi pada $\alpha 0^0$ (Jl. A.Yani) lebih kecil dari beban emisi pada $\alpha 60^0$ (Jl. Hamka). Pada kepadatan lalu lintas yang

sama, semakin besar α , maka beban emisi akan semakin besar demikian juga sebaliknya. Penurunan emisi yang terjadi dari α 60^0 ke α 0^0 mencapai 33%.

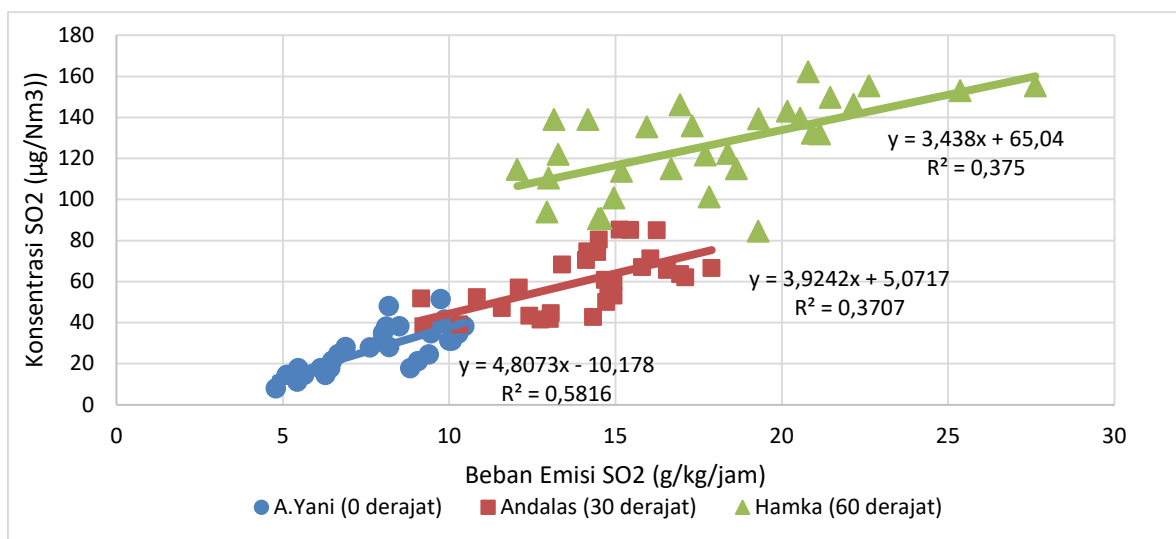
Hubungan Kepadatan Lalu Lintas dengan Konsentrasi Gas SO₂

Gambar 9 menunjukkan hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi SO₂, dengan variasi α . Dapat dilihat bahwa kepadatan lalu lintas mempengaruhi besarnya konsentrasi SO₂. Semakin tinggi kepadatan lalu lintas, maka konsentrasi SO₂ juga akan semakin tinggi. Pada kepadatan lalu lintas yang sama, jalan dengan α yang besar akan menyebabkan konsentrasi SO₂ yang tinggi juga. Penurunan konsentrasi SO₂ terjadi sebesar lebih kurang 33% dengan perubahan α dari 60^0 ke 30^0 dan dari 30^0 ke 0^0 .



Gambar 9. Hubungan Kepadatan Lalu Lintas dengan Konsentrasi Gas SO₂

Hubungan Beban Emisi Gas SO₂ dengan Konsentrasi Gas SO₂



Gambar 10. Hubungan Beban emisi dengan Konsentrasi Gas SO₂

Gambar 10 menunjukkan hubungan beban emisi dan konsentrasi SO₂ pada ketiga jalan. Dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi berbanding lurus dengan beban emisi dimana semakin tinggi beban emisi yang dihasilkan dari kendaraan maka konsentrasi gas SO₂ meningkat. Penurunan dan kenaikan beban emisi dengan konsentrasi gas SO₂ tidak relatif sama, kondisi ini dapat disebabkan oleh faktor-faktor berupa pengambilan data kecepatan angin yang begitu cepat berubah dari waktu ke waktu dan tidak menentu, dapat menjadi penyebabnya (Sangkey, 2011). Pada beban emisi yang sama, sudut α mempengaruhi besarnya konsentrasi SO₂ pada kawasan roadside.

Dari ketiga titik sampling, dengan beban emisi yang sama, konsentrasi SO₂ terbesar terdapat pada α yang paling besar, yaitu Jl. Hamka dan sebaliknya, konsentrasi terkecil terdapat pada jalan dengan sudut α terkecil, yaitu Jl. A.Yani. Semakin besar sudut α . Konestrasi SO₂ akan semakin besar, walaupun beban emisi suatu jalan sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kepadatan lalu lintas mempengaruhi besarnya beban emisi dan konsentrasi SO₂. Untuk kepadatan lalu lintas yang sama, sudut antara arah angin dengan jalan (α) sangat mempengaruhi besarnya beban emisi dan konsentrasi SO₂. Semakin besar sudut α , maka beban emisi dan konsentrasi yang terjadi juga akan semakin besar, demikian juga sebaliknya. Penurunan beban emisi dan konsentrasi dari $\alpha = 90$ ke $\alpha = 0$, masing-masingnya mencapai sekitar 33% dan 66%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemendikristek Dikti), melalui skim penelitian PUPT, berdasarkan kontrak No. 14 / UN.16.17 / PP.UPT / LPPM / 2017. Terima kasih kepada semua mahasiswa Teknik Lingkungan Unand yang ikut terlibat dalam pengumpulan data dan semua pihak yang membantu jalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sobky, A.A., Mousa, R.M. 2016. Traffic Density Determination and its Applications using Smartphone. *Alexandria Engineering Journal*, 55, hal. 513-523.
- Bachtiar, V.S., Hidayat, T., Purnawan., Laksono, H.D. 2016. Urban Scale Mapping Of Co Concentrations Due To The Transport Sector In Padang City. *Fourth International Conference on Sustainable Built Environment, At Yogyakarta, Indonesia, Volume: ISSN 2541-223X*
- Bachtiar, V.S., Raharjo, S., Ruslinda, Y., Komala, D.R. 2015. Mapping of Ozone Gas (O₃) Concentrations in Padang City. *Procedia Engineering* 125, hal 291-297.
- Bennet, M. 1987. Mobile Measurements of SO₂ in Heavy Traffic in London. *Science of The Total Environment*, 59, hal. 125-130.
- Grondys, K, Kott, I, Sukiennikk K. 2016. Initiatives to Reduce Transport-Related Pollution in Selected Polish Cities. *Transportation Research Procedia*, 16, hal. 104-109.
- Istirokhatun, T., Agustini, I.T., Sudarno, 2016. Investigasi Pengaruh Kondisi Lalu Lintas dan Aspek Meteorologi terhadap Konsentrasi Pencemar SO₂ di Kota Semarang. *Jurnal Presipitasi*, 13 (1), ISSN 1907-187X.

- Jo, W.K., Park, J.H. 2005. Characteristics of Roadside Air Pollution in Korean Metropolitan City (Daegu) Over Last 5 to 6 Years: Temporal Variations, Standard Exceedances, and Dependence on Meteorological Conditions. *Chemosphere*, 59 (11), hal. 1557-1573.
- Lanzafame, R, Scandura, P.F., Famoso, F., Monforte P., Oliveri, C. 2014. Air Quality Data for Catania: Analysis and Investigation Case Study 2010-2011. *Energy Procedia*, 45, hal. 681-690.
- May, A.D. 1990. *Traffic Flow Fundamentals*, Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Nasamani, K.S., Chu, L., McNally, M.G., and Jayakrishnan, R. 2006, Estimation of Vehicular Emissions
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta: Sekretaris Kabinet Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2012 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- Rehimi F dan Landolsi. J. 2013. The Impact of Traffic Dynamic and Wind Angle on Vehicular Emission Dispersion. Tunisia: University of Monastir.
- Sangkey, S., Jansen, F., Wallah, S. . 2008 *Tingkat Pencemaran Udara Co Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- SNI 19-7119.7-2005 tentang Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dengan Metoda Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer.
- SNI 19-7119.9-2005 tentang Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara *Roadside*.
- Venkatram, A., Snyder, M., Isakov, V dan Kimbrough, S. 2013. Impact of Wind Direction on Near-road Pollutant Concentrations. USA: University of California.
- Yao, X., Lee, C.J., Evans, G.J., Chu, A., Godri, K.J., McGuire, M.L., Ng, A.C., Whitelaw, C. 2011. Evaluation of Ambient SO₂ Measurement Methods at Roadside Sites. *Atmospheric Environment*, 45(16), hal. 2781-2788.