

KONSENTRASI GAS SO_x DAN NO_x DI UDARA DALAM RUANG PARKIR BASEMENT LIPPO PLAZA MALL YOGYAKARTA

Maria R Srah Darmanijati¹⁾, Kamto valentine²⁾, Oda Axealevy³⁾, Warsiyah⁴⁾ Kris Setyanto⁵⁾

- ¹⁾⁴⁾⁵⁾Teknik Lingkungan Institut Teknologi Yogyakarta, Jl Janti Km 4, Yogyakarta, kode pos: 55798;
²⁾Berau Coal, Jl pemuda No.40,Tanjung Redeb, Kabupaten Tanjung Rejeb Berau, Kalimantan Timur, kode pos: 77311;
³⁾PT Dinamika Sejahtera Mandiri, Kecamatan Teraju, Kabupaten Sanggau,Kalimantan Barat,kode pos : 78572
email: darmanijatimaria@gmail.com¹⁾; kamtovalentinos@gmail.com²⁾;
odaaxealevy1995@gmail.com³⁾; iwarity@gmail.com⁴⁾; krissetyanto1962@gmail.com⁵⁾

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan kota yang berkembang dengan amat pesat. Perkembangan ini menyebabkan keterbatasan lahan kosong untuk fasilitas parkir. Pengembang gedung mulai membangun fasilitas parkir di setiap lantai bangunan termasuk lantai bawah tanah (*basement*) LG Lippo Plaza Mall merupakan salah satu ruang parkir *basement* Mall di Yogyakarta dengan ruang parkir bawah tanah dengan daya tampung 126 mobil. Beberapa gas buang dari kendaraan motor akan mempengaruhi kualitas udara di dalam area parkir *basement*, yang di antaranya adalah natrium dioksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO_x). Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui pengaruh lokasi terhadap NO_x dan SO_x; (2) Mengetahui pengaruh jumlah sirkulasi kendaraan terhadap NO_x dan SO_x; dan (3) Mengetahui pengaruh waktu terhadap NO_x dan SO_x yang ada di ruang parkir *basement* Lippo Mall Yogyakarta. Pengukuran kadar gas NO_x dan SO_x dilakukan dengan menggunakan *midget impinger*. Pengukuran suhu dan kelembaban ruangan menggunakan hygrometer, dan untuk mengukur jumlah kendaraan yang masuk area *basement* menggunakan *hand counter*. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 11 dan 13 Februari 2021, dengan waktu pengambilan yang telah ditentukan. Data penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, yang menjadi dasar pembahasan secara deskriptif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah; (1) lokasi pengukuran berpengaruh terhadap kadar gas nitrogen dioksida (NO_x) dengan nilai tertinggi pada titik 4 sebesar 453,20 mgr/m³ dan sulfur dioksida (SO_x) dengan nilai tertinggi pada titik 1 sebesar 31.98 mgr/m³ sedangkan titik ke 2 sebesar 455.16 mgr/m³ (2) Jumlah kendaraan tidak berpengaruh terhadap kadar gas nitrogen dioksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO_x) pada area parkir *basement* di Lippo Mall Yogyakarta (3) waktu tidak memiliki pengaruh terhadap NO_x dan SO_x.

Kata kunci: *basement*, kualitas udara, NO_x, dan SO_x.

CONCENTRATION OF SO_x AND NO_x IN THE INDOOR AIR LIPPO PLAZA MALL BASEMENT PARK YOGYAKARTA

ABSTRACT

Yogyakarta is a city that is growing very rapidly. This development causes limited vacant land for parking facilities. The building developer started to build park area in every floor of building and in the rground floor. LG Lippo Plaza Mall is one of the basement parking spaces of the Mall in Yogyakarta with an underground parking space with a capacity of 126 cars. Some exhaust gases from motor vehicles will affect the air quality in the basement parking area, among which are sodium dioxide (NO_x) and sulfur dioxide (SO_x). This study aims to: (1) determine the effect of location on NO_x and SO_x; (2) Knowing the effect of the number of vehicle circulation on NO_x and SO_x; and (3) Knowing the effect of time on NO_x and SO_x in the basement parking space of Lippo Mall Yogyakarta. Measurement of NO_x and SO_x gas levels was carried out using the *midget impinger*. Measurement of room temperature and humidity using a hygrometer, and to measure the number of vehicles entering the basement area using a *hand counter*. Data collection was carried out on 11 and 13 February 2021, with a predetermined collection time. The research data are presented in the form of tables and graphs, which are the basis for a descriptive discussion. The resultsshowed from this study are; (1) the measurement location has an effect on nitrogen dioxide (NO_x) gas levels with the highest value at point 3 of 453.30 gr/m³ while point 2 is 455.16gr/m³ and sulfur dioxide (SO_x) with the highest value at point 3 of 51.52 µgr/m³ while the second point is 455.16 gr/m³ (2) The number of vehicles has no effect on nitrogen dioxide (NO_x) and sulfur dioxide (SO_x) gas levels in the basement parking area at Lippo Mall Yogyakarta.

Keywords: *basement*, air quality, NO_x, and SO_x.

PENDAHULUAN

Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri disertai dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor, mengakibatkan peningkatan kepadatan lalu lintas. Padatnya lalu lintas

menimbulkan polusi udara. Polusi udara di kota besar menjadi masalah (Batista, 2017). Kendaraan bermotor mengakibatkan pencemaran udara di darat (Gulia et al. 2015). Gas *nitrogen oxides* (NO_x), *gas sulfur oxides* (SO_x) merupakan pencemar akibat polusi kendaraan bermotor (Khan et al. 2018)). Jenis polutan di perkotaan dengan kepadatan tinggi adalah gas CO, gas NO_x, *gas SOx*, *gas O3*, PM dan *benzene* (C₆H₆) (Battista 2017). Hoglund (2004) dalam (Kristanto, Sumabrata, and Astuti 2013) menyatakan sejumlah pencemar udara yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor seperti gas SO_x dan gas NO_x, serta partikulat dapat menyebabkan iritasi dan radang pada saluran pernafasan. Di Indonesia, penelitian tentang dampak pencemar udara terhadap kesehatan masih sangat sedikit.

Setiap hari kendaraan memadati jalan raya menimbulkan polusi udara. Menurut (Eko Cahyono Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Jl Djundjungan 2016)) konsentrasi gas SO₂ dan gas NO₂ pada periode tahun 2006-2015 dari hasil pengukuran BLH (Badan Lingkungan Hidup) DIY serta data satelit OMI 2008 dan 2015 dari NASA, di 21 lokasi di kota Yogyakarta, konsentrasi gas SO₂ berkisar antara 0,004 ppm sampai 0,026 ppm, sedang NO₂ berkisar antara 0,013 sampai 0,033 ppm. Data Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta tahun 2013 sampai dengan 2019 menunjukkan kualitas gas SO₂ di Kota Yogyakarta pada tahun 2013 dan 2017 diukur selama satu jam sebesar 6,298 µg/Nm³ dan 28,187 µg/Nm³. Jika baku mutu ambien udara pada parameter gas SO₂ pengukuran 1 jam sebesar 900 µg/Nm³, maka angka tersebut masih di bawah baku mutu yang ditetapkan. Kualitas ambien gas SO₂ dikota Yogyakarta pada tahun 2018 dan 2019 diukur selama 1,5 jam. Kadar gas SO₂ tahun 2018 sebesar 1,472 µg/m³ dan tahun 2019 sebesar 1,287 µg/Nm³. Baku mutu ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien (PP Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 pasal 1 ayat 7). Pada tahun 2014, 2015 dan 2016 diukur selama 24 jam. Tahun 2014 gas SO₂ ambien sebesar 0,956 µg/Nm³, tahun 2015 sebesar 31,584 µg/Nm³ dan tahun 2016 sebesar 3,011 µg/Nm³. Angka terbesar di tahun 2015 namun masih berada di bawah baku mutu yang ditetapkan untuk pengukuran 24 jam yaitu 365 µg/Nm³. Damri dkk.,(2016) telah meneliti ruang parkir bawah tanah di sebuah Mall di Pakanbaru bahwa ada kandungan gas CO dan SO₂ dalam ruang parkir bawah tanah dan menyebabkan gejala sakit pada petugas parkir. (Kristanto et al. 2013) telah menganalisis kualitas udara di ruang bawah tanah di sebuah Mall di Jakarta. Parameter yang diteliti adalah gas CO, gas NO, total koloni jamur dan bakteri. Konsentrasi rata-rata gas CO sebesar 59 ppm dan NO sebesar 2 ppm di lantai semi bawah tanah Mall X, yaitu merupakan lantai paling atas dari parkir bawah tanah dan terjadi sore hari saat akhir pekan.

Kota Yogyakarta memiliki banyak fasilitas perdagangan berupa Mall yang tersebar di dalam dan pinggiran kota. Terdapat 10 pusat perdagangan besar yang dapat dikunjungi yaitu Malioboro Mall, Jogja City Mall, Lippo Plaza Yogya, Ramayana Mall, Hartono Life Style Mall, Ggaleria Mall, Plaza Ambarukmo, Sahid J walk, Jogjatronik Mall dan Jogja Town Square. Kesepuluh Mall tersebut semuanya memiliki sarana parkir di dalam gedung. Pada identifikasi sampling udara ambien diwakili oleh Lippo Plaza. Lippo Plaza merupakan salah satu mall di Yogyakarta yang berada di Jl Solo. Jl Solo adalah jalan di bagian timur kota Yogyakarta.

Menurut keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 272/hk.105/drjd/96 tentang pedoman teknis penyelenggaraan fasilitas parkir Direktur Jenderal Perhubungan Darat, parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang tidak bersifat sementara. Fasilitas parkir adalah lokasi yang ditentukan sebagai tempat pemberhentian kendaraan yang tidak bersifat sementara untuk melakukan kegiatan pada suatu kurun waktu. Parkir dalam gedung merupakan jenis peruntukan parkir tetap. Kegiatan parkir tetap diberlakukan pada pusat perdagangan, pusat perkantoran swasta atau pemerintahan, pusat perdagangan eceran atau pasar swalayan, pasar, sekolah, tempat rekreasi, hotel dan tempat penginapan dan rumah sakit. Dari ketujuh fasilitas tersebut, ruang parkir dalam gedung pusat perdagangan memiliki pergerakan yang sangat cepat dan frekuensi pergantian kendaraan yang paling sering.

Ruang parkir bawah tanah pada umumnya memiliki karakteristik tanpa sekat hanya kolom saja. Tinggi ruang tidak terlalu tinggi dan sedikit ventilasi. Oleh sebab itu evaluasi rutin perlu dilakukan pada ruang parkir basement, agar karyawan yang bekerja di dalamnya tetap terjaga kesehatannya. Tujuan penelitian ini adalah 1) bagaimana kadar pencemar SO_x dan NO_x di dalam ruang parkir LG

Basement Lippo Plaza Mall,2) bagaimana pengaruh kepadatan lalu lintas, lokasi dan waktu terhadap kadar SO_x dan NO_x.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lapangan (*field experiment*). Dilakukan dengan pemantauan secara kontinu dalam batasan waktu tertentu terhadap konsentrasi Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO_x),.

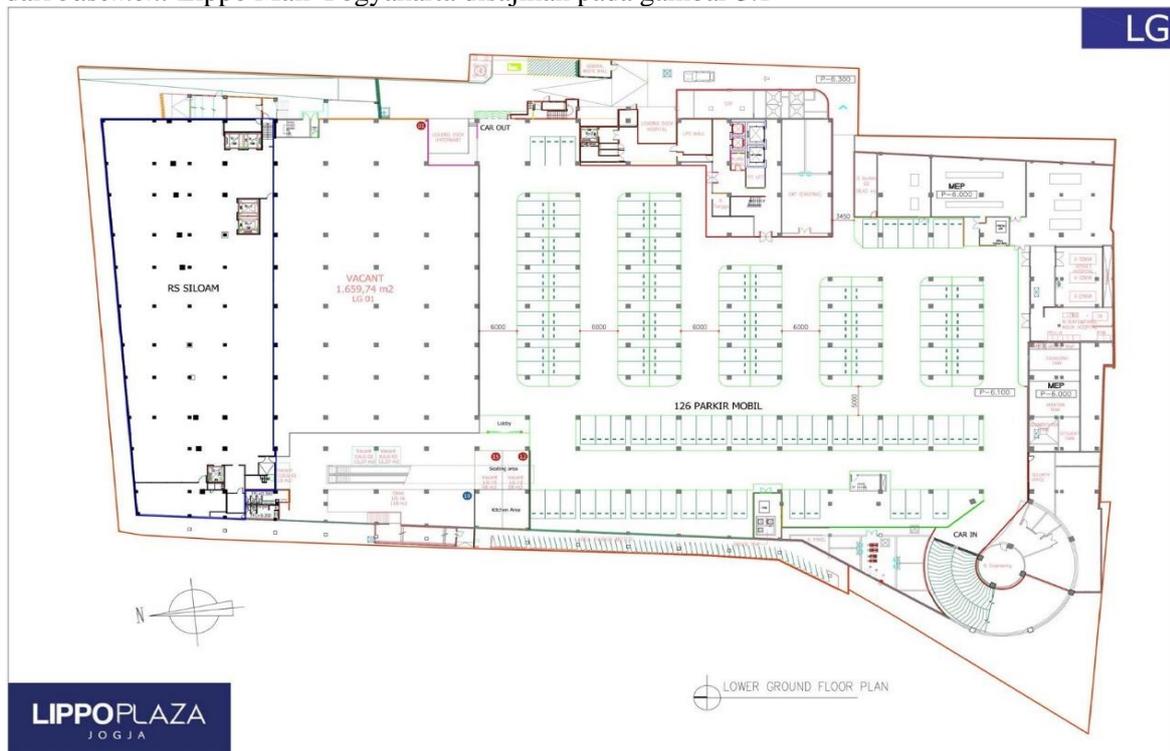
Obyek Penelitian

Obyek yang diteliti dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut :

1. Kadar NO_x dan SO_x di area parkir *basement* Lippo Mall Yogyakarta.
2. Kondisi *Exhaust* yang ada di area parkir *basement* Lippo Mall Yogyakarta.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di parkir *basement* LG Lippo Plaza Mall Yogyakarta. Adapun gambar denah dari *basement* Lippo Mall Yogyakarta disajikan pada gambar 3.1



Gambar 1. Titik pengambilan sampel

Waktu Penelitian

Pengambilan sampel NO_x dan SO_x akan dilakukan pada pagi, siang dan sore pada tanggal 11 Februari dan 13 Februari 2021.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kepadatan kendaraan dan lokasi titik sampling. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar gas NO_x dan gas SO_x.

Alat dan bahan

Untuk menghitung jumlah kendaraan digunakan *hand counter*, untuk mengukur suhu dan kelembaban digunakan *higrometer*, untuk mengukur gas NO_x dan SO_x digunakan *Midget Impinger*. Untuk mengukur waktu parkir digunakan *handphone*.

Langkah Penelitian

Siapkan tripod setinggi 2 m, letakan corong impinger diatas tripod, sambungkan ke alat impinger. Siapkan reagen, masukan ke dalam impinger dan sambungkan ke listrik. Higrometer dinyalakan dan siap dibaca. Demikian juga hand counter dan handphone. Gas NO₂ dan SO₂ diambil

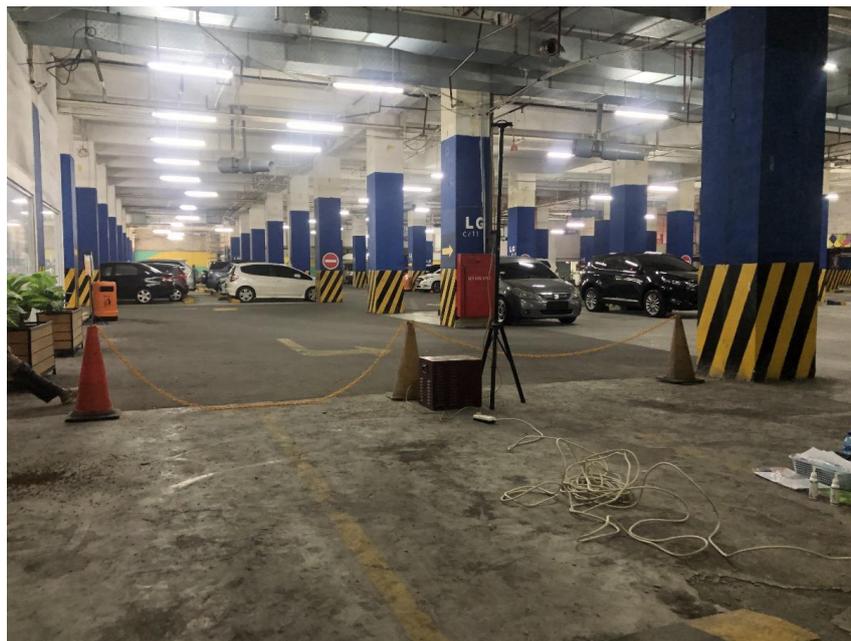
selama 1 jam, yang mewakili pagi, siang, sore. Bersamaan dengan itu kelembaban dan suhu dicatat. Pagi diwakili jam 10.00 sampai jam 11.00. Siang diwakili jam 13.00 sampai jam 14.00. Sore diwakili jam 17.00 sampai jam 18.00. Saat pengambilan sampel Yogyakarta sedang lockdown dan Mall hanya buka sampai jam 19.00. Data diambil pada hari Kamis dan Sabtu. Karena keterbatasan alat, maka pengambilan sampel di titik 1 dan 2 dilakukan di hari Kamis dan di titik 3 dan 4 dilakukan di hari Sabtu.

Analisa Data

Setelah data di dapat, data ditabelkan kemudian dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ruang parkir Basement LG Lippo Plaza Mall mampu menampung 126 mobil penumpang. Total area parkir adalah 5.052 m², dilengkapi dengan 30 jet, 1 fan air dan 1 blower fan.



Gambar 1. Pengukuran NO_x dan SO_x di basement LG Lippo plaza Mall

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban

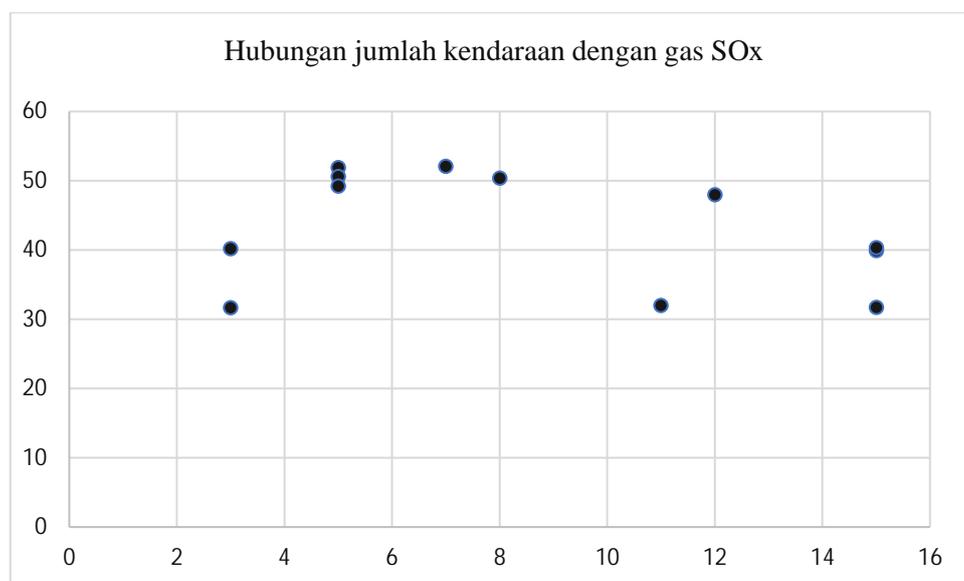
Titik sampel	Waktu	Suhu			Kelembaban		
		°C	Jumlah °C	rata-rata °C	%	Jumlah %	rata-rata %
Titik 1	pagi	29,2			74,5		
	siang	28,9			74,5		
	sore	28,9	87	29	67,5	216,5	72,17
Titik 2	pagi	29			74		
	siang	28,8			70		
	sore	28,8	86,6	28,87	75	219	73
Titik 3	pagi	28,9			76,9		
	siang	29,4			75,1		
	sore	29,9	88,2	29,40	70,93	222,93	74,31
Titik 4	pagi	30,1			70,71		
	siang	29,31			74,14		
	sore	29,8	89,21	29,74	74	218,85	72,95

Tabel 1, menunjukkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban. Suhu tertinggi di titik 4 yaitu di pintu keluar yaitu 29,74 °C, urutan kedua di titik 3 yaitu di sudut barat ruangan sebesar 29,4 °C , urutan ketiga pada titik ke 1 sebesar 28,87 °C dan terakhir di titik 2 sebesar 28,87 °C. Kelembaban tertinggi di titik 3 yaitu di sudut barat sebesar 74,31%. Kelembaban terendah di titik 1 sebesar 72,17 %.

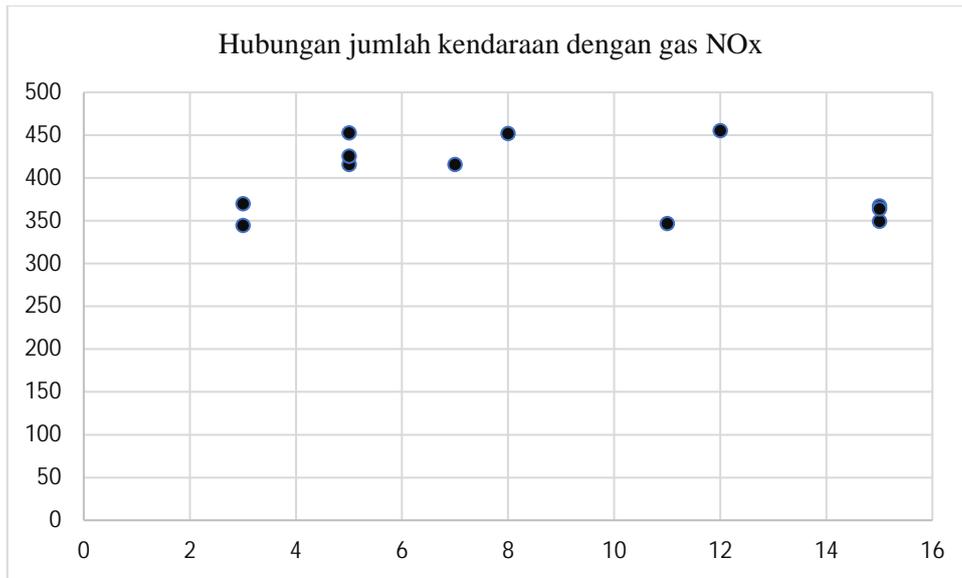
Tabel 2. Hasil pengukuran kadar gas NOx dan SOx di basemen LG Lippo Plaza Mall

Titik sampel	Waktu	Jumlah Kendaraan (bh)	SOx		NOx		rata-rata	
			Jumlah	rata-rata	Jumlah	rata-rata	Jumlah	rata-rata
Titik 1	pagi	3	31,66		344,56			
	siang	11	31,98		346,58			
	sore	15	31,71	95,35	31,78	349,49	1040,63	346,87
Titik 2	pagi	3	40,17		369,63			
	siang	15	39,89		367,13			
	sore	15	40,31	120,37	40,12	363,89	1100,65	366,88
Titik 3	pagi	5	51,88		415,54			
	siang	7	52,09		415,81			
	sore	5	50,59	154,56	51,52	425,52	1256,87	418,95
Titik 4	pagi	5	49,24		452,61			
	siang	8	50,39		451,84			
	sore	12	47,98	147,61	49,20	455,16	1359,61	453,20

Tabel 2. menunjukkan hasil gas SOx tertinggi dititik 3 dan terendah di titik 1, sedang NOx tertinggi di titik 4 dan terendah di titik 1. Rata-rata gas SOx ambien berkisar dari 31,78 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ sampai 51,52 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$. Angka tersebut masih berada dibawah baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu sebesar 150 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$. Gas NOx ambien rata-rata berkisar 346,87 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ sampai 1359,61 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$, angka tersebut melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebesar 200 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$.

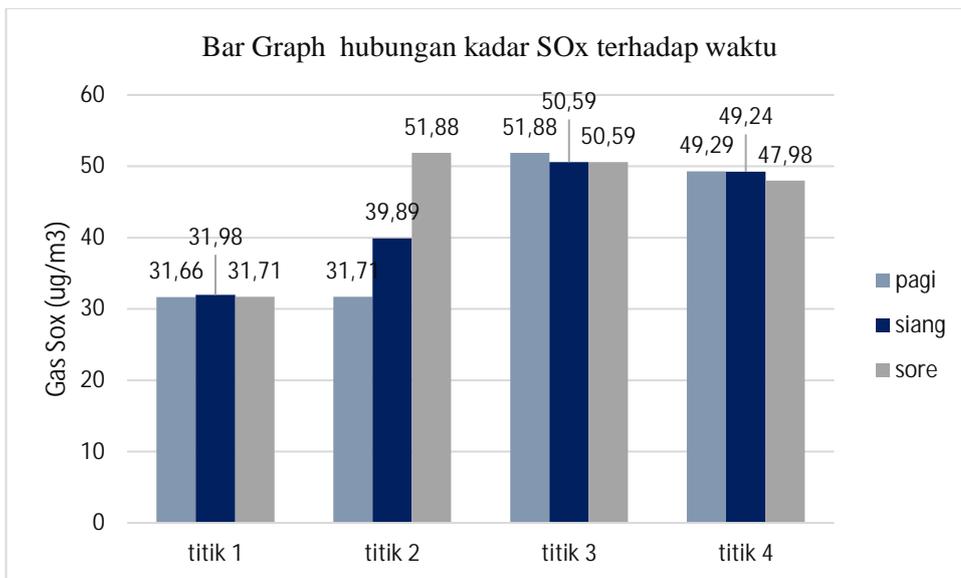


Gambar 2. Scater plot hubungan jumlah kendaraan dengan kadar gas SOx.

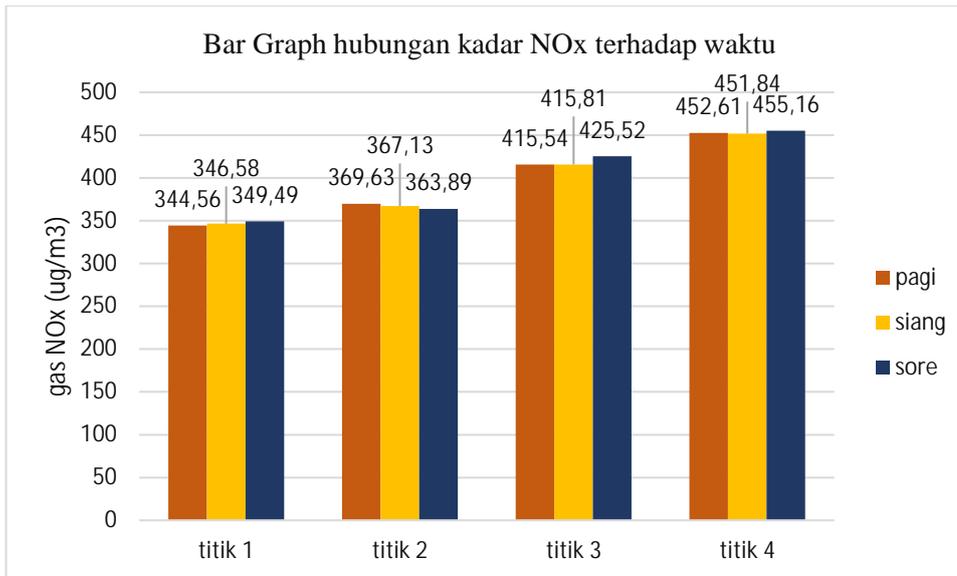


Gambar 3. Scater plot hubungan jumlah kendaraan dengan kadar gas NOx.

Gambar 3 menunjukkan tidak adanya korelasi antara jumlah kendaraan dengan kadar SOx. Dari perhitungan korelasi Pearson didapat $r = -0,26$. Gambar 4 menunjukkan tidak adanya hubungan yang erat antara banyaknya kendaraan yang melewati titik sampling dengan jumlah kendaraan dengan $r = -0,33$.



Gambar.4. Grafik kadar SOx di ruang parkir basement Lippo Plaza Mall.



Gambar 5. Grafik kadar NOx di ruang parkir basement Lippo Plaza Mall.

Gambar 4 menunjukkan kadar SOx di pagi, siang dan sore tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Demikian juga di gambar 5, namun kadar NOx semakin tinggi di titik 4. Gas SOx dan NOx paling rendah di pagi hari, kemudian meningkat disiang dan sore hari. (Sukirno 1988)). Ada tujuh oksida nitrogen yang dapat ditemukan di udara ambien. Ada gas N₂O, NO, NO₂ (2 macam), NO + NO₂ dan HONO. Oksida nitrat teroksidasi di udara untuk membentuk nitrogen dioksida. Nitrogen dioksida dalam bentuk cair, tidak berwarna sampai coklat. Titik didih nitrogen dioksida adalah 12,15 °C. Pada kondisi ambien normal tekanan parsial yang rendah di atmosfer (908mmHg pada 25°C) mencegah kondensasi sehingga ada di udara dalam bentuk gas. Dalam hal ini, nitrogen dioksida bersifat volatil, berwarna coklat kemerahan dan lebih berat daripada udara, dan memiliki karakteristik bau yang tajam yang dapat dirasakan dari konsentrasi 188 µg/m³ (0,1 ppm). Nitrogen dioksida merupakan oksidan yang kuat, korosif dan kurang larut dalam air. Berat molekul yang 46,01 g/mol, titik leleh -11,2 °C, titik didih 21,15 °C dan kepadatan 1,59 (udara = 1) dan dapat bereaksi dengan air dan larut dalam asam sulfat dan nitrat, ((Bruce et al. 2015)Pembentukan NOx dalam pembakaran merupakan interaksi antara kimia, fisika dan panas. Pembentukan disebabkan oleh 3 macam yaitu panas, bahan bakar dan reaksi cepat. Pembentukan NOx dari bahan bakar terjadi. Adanya senyawa heterosiklik nitrogen yang ada pada bahan bakar. Senyawa nitrogen ini yang menghasilkan gas NO. Jumlah dan kecepatannya tergantung dari ikatannya Menurut (Bunawati, Huboyo, and Samadikun 2017) hasil estimasi beban pencemar yang berasal dari kendaraan bermotor di Magelang Provinsi D.I. Yogyakarta.konsentrasi pencemar terbesar adalah NO₂ sebesar 211,342 µg/m³ yang terjadi tertinggi yang dihasilkan adalah NO₂ sebesar 299 ton/tahun. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri kadar SOx dan NOx di ruang kerja maksimal SOx : 13 mg/m³, Nitrogen Oksida: 30 mg/m³ pada penelitian ini kadar yang terukur masih aman.

Ada dua jenis gas belerang oksida (SOx), yaitu SO₂ dan SO₃. Gas SO₂ berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO₃ sangat reaktif. Konsentrasi SO₂ di udara mulai terdeteksi oleh indra penciuman manusia ketika konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm. Gas hasil pembakaran umumnya mengandung lebih banyak SO₂ dari pada SO₃. Pencemaran SOx di udara terutama berasal dari pemakaian batu bara pada kegiatan industri, transportasi dan lain sebagainya. Model International Vehicle Emission (IVE), maka diperoleh hasil emisi udara konvensional SOx, NOx, CO dan PM pada motor pribadi di Kota Semarang baik ketika start up maupun running lebih besar dibandingkan dengan emisi yang dihasilkan pada mobil pribadi. Kemudian parameter emisi udara konvensional yang dihasilkan oleh mobil dan motor pribadi paling besar adalah CO (Bunawati, Huboyo, and Samadikun 2017). Kontributor terbesar polusi adalah substansi, kendaraan pribadi Substansi yang dimaksud adalah sulfur oksida (SOx). Di Terminal Joyoboyo Surabaya terdapat transportasi kendaraan bermotor yang bersumber dari pengeluaran gas SO₂ dan gas lainnya.. Polusi SO₂ terjadi dalam bentuk asap dan gas

kendaraan pergi bermotor. Gangguan yang timbul akibat polusi tersebut adalah iritasi mata (85%) dan iritasi tenggorokan 88,3%. (Zakaria and Azizah 2013). Dengan demikian perlu adanya pemantauan secara berkala kondisi kualitas udara dalam ruang parkir basement. Pengecekan terus menerus juga perlu dilakukan pada kondisi ventilasi buatan, hal ini merupakan saran penting bagi pengelola Mall.

KESIMPULAN

Kendaraan yang masuk ke dalam ruang parkir basement menghasilkan emisi yang dapat menyebabkan pencemaran udara dalam ruang. Ventilasi dan bidang bukaan sangat sedikit di dalam ruang parkir basement. Hasil menunjukkan (1) lokasi pengukuran berpengaruh terhadap kadar gas nitrogen dioksida (NO_x) dengan nilai tertinggi pada titik 4 sebesar $453,20 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ dan sulfur dioksida (SO_x) dengan nilai tertinggi pada titik 1 sebesar $31,98 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ sedangkan titik ke 2 sebesar $455,16 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ (2) Jumlah kendaraan tidak berpengaruh terhadap kadar gas nitrogen dioksida (NO_x) dan sulfur dioksida (SO_x) pada area parkir *basement* di Lippo Mall Yogyakarta (3) waktu tidak memiliki pengaruh terhadap NO_x dan SO_x . Ventilasi buatan tetap perlu disediakan dalam ruang parkir bawah tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Battista, Gabriele. 2017. "ScienceDirect ScienceDirect Analysis of Air Pollution Sources in City of (Italy) Analysis The of the the Pollution Sources in the the City and of Rome Rome 15th Air Cooling (Italy) Vasca Heat Assessing the Feasibility of Using the Temperature Function." *Energy Procedia* 126:392–97. doi: 10.1016/j.egypro.2017.08.271.
- Bruce, Nigel, Dan Pope, Eva Rehfuss, Kalpana Balakrishnan, Heather Adair-Rohani, and Carlos Dora. 2015. *WHO Indoor Air Quality Guidelines on Household Fuel Combustion: Strategy Implications of New Evidence on Interventions and Exposure-Risk Functions*. Vol. 106. Elsevier Ltd.
- Bunawati, Tirta Tri, Haryono Setiyo Huboyo, and Budi Prasetyo Samadikun. 2017. "Estimasi Emisi Pencemar Udara Konvensional (SO_x , NO_x , CO, Dan Partikulat) Kendaraan Pribadi Berdasarkan Metode International Vehicle Emission (IVE) Di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang." *Jurnal Teknik Lingkungan* 6(3):1–12.
- Eko Cahyono Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional Jl Djundjunan, Waluyo. 2016. "Penyebaran Pencemar Udara Di Kota Yogyakarta." *Seminar Nasional Pendidikan Dan Sainstek* 2016:2557–533.
- Gulia, Sunil, S. M. Shiva Nagendra, Mukesh Khare, and Isha Khanna. 2015. "Spheric P Ollution." *Atmospheric Pollution Research* 6(2):286–304. doi: 10.5094/APR.2015.033.
- Khan, Jibrán, Matthias Ketzler, Konstantinos Kakosimos, Mette Sørensen, and Steen Solvang. 2018. "Science of the Total Environment Road Traf Fi c Air and Noise Pollution Exposure Assessment – A Review of Tools and Techniques." *Science of the Total Environment* 634:661–76. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.374.
- Kristanto, Gabriel Andari, Jachrizal Sumabrata, and Siti Kurnia Astuti. 2013. "Analisis Kualitas Udara Di Ruang Parkir Bawah Tanah Dan Pengaruhnya Terhadap Pengguna." *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* 5(2):117–26. doi: 10.20885/jstl.vol5.iss2.art5.
- Pemerintah Indonesia, 1999, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tentang Baku Mutu Udara Ambien Nasional.
- Pemerintah Indonesia, 1996, Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor 272/hk.105/drjd/96 tentang pedoman teknis penyelenggaraan fasilitas parkir Direktur Jenderal Perhubungan Darat
- Sukirno. 1988. "Puslitbang Teknologi Maju BATAN, Yogyakarta." *Identifikasi Radionuklida Pemancar Gamma Di Daerah Pantai Lemahabang Muria Dengan Spektrometri Gamma Sukirno*, VI(2):25–32.
- Zakaria, Nurdin, and R. Azizah. 2013. "Analisis Pencemaran Udara (SO_2), Keluhan Iritasi Tenggorokan Dan Keluhan Kesehatan Iritasi Mata Pada Pedagang Makanan Di Sekitar Terminal Joyoboyo Surabaya." *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health* 2(1):75–81.