

Analisis Risiko Kesehatan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) pada Petugas Parkir di *Basement* Plaza Andalas

Muchsin Riviwanto¹, Fajar Mavira Sani²

^{1,2}Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang
Email: riviwanto70@gmail.com

Abstract: Health Risk Analysis Of Nitrogen Dioxide (NO₂) Exposure On Parking Attendant In Plaza Andalas Basement. Nitrogen dioxide (NO₂) is a gas that is poisonous reddish brown and very pungent smell like sour nitrat. Emission from vehicle of concentration NO₂ reach 78,8 ppm, this result means so dangerous to health, especially that emission in door, like basement. The purpose of this study was to analyze the health risks of nitrogen dioxide exposure to the parking attendant Plaza Andalas Basement. This research is a descriptive study using a health risk analysis environmental method. Analyze exposure of nitrogen dioxide on the parking attendant Plaza Andalas Basement. Samples are conditioned at Plaza Andalas Basement taken as many as five measurement points within two days, and the parking attendant amounted to 15 people. Analysis of data using univariate. Analysis of data presented in the form of a frequency distribution table and then narrated. Based on the research result the average concentration of nitrogen dioxide is 13,53 µg/Nm³, analysis of dose-response of nitrogen dioxide is 0,02 mg/kg/day for noncarcinogen effect. The average intake of exposure nitrogen dioxide to parking attendant is 0,00006184 mg/kg/day, with an average maximum concentration acceptable of nitrogen dioxide has worked is 13,2152 mg/Nm³. All parking attendant Plaza Andalas Basement is not at risk of exposure of nitrogen dioxide. From the research result the conclusion is all parking attendant is not at risk exposure of nitrogen dioxide. Recommended to the manager of Plaza Andalas Basement to increase exhaust and to the presence of nitrogen dioxide gas should keep an eye of the Plaza Andalas Basement so as not to increase.

Keywords: Risk, Health, Environment, Nitrogen Dioxide, Basement

Abstrak: Analisis Risiko Kesehatan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (No₂) pada Petugas Parkir di *Basement* Plaza Andalas. Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan gas yang beracun berwarna coklat kemerah-merahan dan berbau sangat menyengat seperti asam nitrat. Konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dapat mencapai 78,8 ppm, hasil ini sangat berbahaya bagi kesehatan, apalagi emisi ini dikeluarkan di ruangan tertutup seperti *basement*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan paparan gas nitrogen dioksida terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan metode analisis risiko kesehatan lingkungan, menganalisis paparan gas nitrogen dioksida terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas. Sampel dalam penelitian ini adalah udara di *Basement* Plaza Andalas yang diambil sebanyak 5 titik pengukuran dalam 2 hari, dan petugas parkir yang berjumlah 15 orang. Analisis data menggunakan analisis univariat. Data disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan kemudian dinarasikan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi gas nitrogen dioksida adalah 13,53 µg/Nm³, analisis dosis-respons gas NO₂ sebesar 0,02 mg/kg/hari untuk risiko efek nonkarsinogen. Rata-rata asupan gas nitrogen dioksida yang diterima oleh petugas parkir selama masa kerja yang telah dilalui sebesar 0,00006184 mg/kg/hari dengan rata-rata konsentrasi maksimal nitrogen dioksida yang masih diperbolehkan sebesar 13,2152 mg/Nm³. Diketahui semua petugas parkir *Basement* Plaza Andalas masih dalam ambang batas akibat paparan gas nitrogen dioksida. Kesimpulan penelitian ini bahwa semua petugas parkir masih dalam ambang batas terhadap paparan gas nitrogen dioksida. Diharapkan kepada kepala unit parkir untuk menambah *exhaust fan* dan mengawasi keberadaan gas NO₂ di *Basement* Plaza Andalas agar tidak mengalami peningkatan.

Kata kunci: Risiko, Kesehatan, Nitrogen dioksida, *Basement*

Masalah pencemaran udara sudah lama menjadi masalah kesehatan pada masyarakat, terutama di negara-negara industri yang banyak memiliki pabrik dan kendaraan bermotor. Sebenarnya udara sendiri cenderung mengalami

pencemaran oleh kehidupan dan kegiatan manusia serta proses alam lainnya. Dalam batas-batas tertentu, alam mampu membersihkan udara dengan membentuk suatu keseimbangan ekosistem yang disebut *removal mechanism*.

Proses yang terjadi dapat berupa pergerakan udara, hujan, sinar matahari, dan fotosintesis tumbuh-tumbuhan. Pada suatu keadaan ketika pencemaran yang terjadi melebihi kemampuan alam untuk membersihkan dirinya sendiri. Pencemaran itu akan membahayakan kesehatan manusia dan memberikan dampak yang luas terhadap fauna, flora, dan terhadap ekosistem yang ada (Chandra, 2006).

NO₂ adalah gas yang beracun berwarna coklat kemerah-merahan dan berbau menyengat seperti asam nitrat.³ Jenis Nitrogen Oksida yang sering didapat di dalam atmosfer adalah NO, NO₂, ataupun N₂O adalah zat yang tidak pernah ada di dalam udara yang bersih (Slamet, 2009).

Gas NO dalam konsentrasi tinggi dapat bereaksi dengan Hb dan mempunyai sifat yang sama dengan CO, yaitu menghalangi fungsi normal Hb dalam darah, dapat menyebabkan iritasi mata dan gangguan pernafasan. Pengaruh gas NO₂ dalam konsentrasi tinggi terhadap lingkungan akan menyebabkan udara di luar terlihat kecoklatan (*brown air cities*), hal ini akan memicu terbentuknya senyawa *photochemical smog* ketika NO₂ bereaksi dengan panas matahari dan hidrokarbon di udara. Senyawa itu antara lain ozon, aldehyd, dan PAN (Peroksi asil nitrat).

Senyawa ini dapat merusak saluran pernafasan, iritasi paru-paru dan mata, dan juga berkontribusi terhadap kerusakan jantung, paru-paru, hati dan ginjal. Penggunaan bahan bakar yang terus meningkat memberikan dampak negatif pada lingkungan yaitu tingginya tingkat pencemaran di udara akibat emisi hasil proses pembakaran bahan bakar fosil. Emisi berupa partikulat (debu, timah hitam) dan gas (CO, NO, SO, H₂S) dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan kerusakan pada lingkungan.

Pencemaran akibat dari kegiatan transportasi yang sangat penting adalah akibat dari kendaraan bermotor di darat. Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemar udara yaitu dengan dihasilkannya gas CO, NO_x, hidrokarbon, dan *tetraethyl lead*, yang merupakan bahan logam timah yang ditambahkan kedalam bensin berkualitas rendah untuk meningkatkan nilai oktan guna mencegah terjadinya letupan pada mesin. Parameter-parameter penting akibat aktifitas ini adalah CO, Partikulat, NO_x, HC, Pb, dan SO_x (Soedomo, 2001)

Wardhana (2004) perkiraan persentase pencemar udara dari sumber pencemaran transportasi di Indonesia terdiri atas gas CO 70,5%, NO_x 8,89%, SO_x 0,88%, hidrokarbon 18,34%, partikulat 1,33% (Wardana, 2004).

Komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas Argon (gas mulia), 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09% HC, dan 0,9% CO. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas hasil dari proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor yang menyebabkan polusi udara (Siswanto, 2012).

Penelitian Yusuf (2015) tentang emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat diketahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO) 210 ppm, nitrogen oksida (NO) 78,8 ppm, dan konsentrasi gas NO_x 76 ppm. Penelitian Kris Tri Basuki (2007), kendaraan bermotor dapat mengeluarkan sulfur dioksida (SO₂) 930,41 µg/Nm³. Penelitian dari Murhadi (2013) tentang kandungan timbal dari emisi kendaraan bermotor diketahui sebesar 24,5 µg/m³.

Menurut penelitian Huboyo (2016) di salah satu parkir *basement mall* di Semarang, diketahui konsentrasi NO₂ rata-rata sebesar 6,23 µg/Nm³. Data juga diperoleh dalam penelitian ini bahwa gas NO₂ tidak tergantung dengan jumlah kendaraan yang parkir.

Di perkotaan, pencemaran didominasi oleh kendaraan bermotor, beda halnya pencemaran udara dalam ruang seperti area parkir *indoor*. Hal ini dikarenakan semakin sedikitnya ruang terbuka untuk parkir kendaraan. Akan tetapi lokasi parkir *indoor* banyak yang tidak memperhitungkan kecukupan ventilasi, sehingga polutan yang diemisikan kendaraan bermotor tertahan.

Parkiran *Basement Plaza* Andalas merupakan satu diantara tiga pusat perbelanjaan terbesar di kota Padang yang memiliki parkir di *basement*. Berdiri tahun 2006 dan mengalami renovasi akibat gempa bumi tanggal 30 September 2009 dan dibuka kembali tanggal 1 April 2010. Lingkungan Parkiran *Basement Plaza* Andalas terasa panas, pengap dan ditambah bau menyengat dari gas buang kendaraan bermotor yang akan parkir, memanaskan mesin, atau yang akan keluar dari parkir. Melihat keadaan tempat parkir *basement* yang cukup berbeda dengan yang diluar, prediksinya gas NO₂ akan lebih tinggi dibandingkan parkir diluar.

Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti ingin menganalisis risiko gas NO₂ di Parkiran *Basement Plaza* Andalas dikarenakan suhu yang dirasakan panas yang diketahui bahwa NO₂ terbentuk pada suhu tinggi, kendaraan yang masuk cukup banyak, tempat parkirnya di dalam ruangan, sistem ventilasinya yang tidak baik, dan juga sifat gas NO₂ terakumulasi dalam tubuh sehingga dapat dilakukan analisis risiko kesehatan

paparan gas NO₂ terhadap petugas parkir *Basement Plaza Andalas*.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan paparan gas nitrogen dioksida (NO₂) pada petugas parkir *Basement Plaza Andalas* tahun 2016.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan dengan pendekatan analisis risiko kesehatan lingkungan dilakukan di Plaza Andalas kota padang. Sampel udara *ambient* diambil di *Basement Plaza Andalas* dan semua petugas parkir *Basement Plaza Andalas* sebanyak 15 orang. Pengukuran udara menggunakan alat *Air Pollution Test Kit* dan pemeriksaan laboratorium menggunakan Spektrofotometer UV. Pengambilan sampel udara menggunakan metode *Griess Saltzman* sesuai SNI 19-7119.2-2005. Data tentang karakteristik antropometri petugas parkir (berat badan, waktu pajanan, frekuensi pajanan, dan durasi pajanan)

Pengolahan data juga dilakukan dengan menggunakan perhitungan analisis risiko untuk mengetahui nilai asupan (*Intake*) dan besaran tingkat risiko paparan (*Risk Quotient*). Asupan paparan Nitrogen Dioksida (NO₂) pada petugas parkir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I = \frac{CxRxtexfexDt}{WbxTavg}$$

Setelah diperoleh nilai asupan paparan, maka dilakukan perhitungan kembali untuk menghitung besaran tingkat risiko (*risk quotient*) yang diterima pekerja akibat paparan sulfur dioksida. Sesuai dengan karakteristik nitrogen dioksida yang tidak menyebabkan kanker, maka data disebut tingkat risiko non-karsinogenik. Perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$RQ = \frac{Intake}{RfC}$$

Perhitungan dari *RQ* menghasilkan dua kategori tingkat risiko yaitu tingkat risiko kurang atau samadari 1 yang berarti pekerja aman dari risiko paparan Nitrogen Dioksida (NO₂) sepanjang hidupnya, dan sebaliknya.

Analisis data yang dilakukan yaitu analisis univariat dan kemudian data disajikan dalam bentuk tabel serta narasi untuk menginterpretasikan data tersebut. Data tentang konsentrasi *ambient* gas NO_x kemudian dibandingkan dengan dengan baku mutu

kualiatas udara *ambient* Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999.

HASIL

Parkiran *Basement Plaza Andalas* Memiliki 22 ventilasi alami, dengan luas 8000 m², dapat menampung 600 kendaraan roda dua, dan 194 kendaraan roda empat. Kendaraan yang masuk ke *Basement* diantaranya kendaraan roda dua 4-tak maupun 2-tak, kendaraan roda empat baik yang berbahan bakar solar maupun premium. Setiap hari kendaraan yang masuk ke bisa mencapai 400 kendaraan roda dua dan 200 kendaraan roda empat. Jumlah ini bertambah pada hari-hari tertentu seperti hari libur (peningkatan mencapai 70%).

Konsentrasi Gas Nitrogen Dioksida (NO₂) dan Jumlah Kendaraan yang Melintas di Parkiran *Basement Plaza Andalas*

Konsentrasi gas NO₂ terendah di Parkiran *Basement Plaza Andalas* sebesar 10,17 µg/Nm³ sedangkan tertinggi sebesar 17,85 µg/Nm³. Baik hasil terendah maupun tertinggi konsentrasi gas NO₂ masih berada di bawah ambang batas. Suhu terendah di Parkiran *Basement Plaza Andalas* sebesar 29,10⁰C tertinggi 34,00⁰C. Kelembaban terendah sebesar 68,00%, tertinggi 71,00%. Kecepatan angin tertinggi yaitu sebesar 0,01 m/s.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Jumlah Kendaraan dan Konsentrasi *Ambient* Gas NO₂ pada Hari Libur dan Hari Kerja

Titik Pengukuran	Jlh kendaraan Per-jam	Konsentrasi <i>ambient</i> gas NO ₂ (µg/Nm ³)	Baku Mutu (µg/Nm ³)
1/Hr libur, pintu keluar roda 2	8	11,41	400
2/Hr libur, Pintu keluar roda 4	17	16,41	400
3/Hr libur, Tengah parkiran	26	17,85	400
4/Hr libur, Pintu masuk roda 4	67	13,29	400
5/Hr libur, Pintu masuk roda 2	93	15,51	400
1/Hr kerja, Pintu keluar roda 2	11	10,17	400
2/Hr kerja, Pintu keluar roda 4)	14	14,70	400
3/Hr kerja, Tengah parkiran	24	13,68	400
4/Hr kerja, pintu masuk roda 4	39	12,02	400
5/Hr kerja, Pintu masuk roda 2	71	10,26	400
Minimum	8	10,17	
Maksimum	93	17,85	

Analisis Dosis-Respon Gas NO₂ di Udara Ambien Parkiran *Basement* Plaza Andalas

Hasil penelitian diketahui, rata-rata berat badan petugas parkir *Basement* Plaza Andalas 59,9 Kg, berat badan terendah 40 kg dan tertinggi 62 kg. Rata-rata waktu pajanan per hari 8 jam, sesuai dengan jumlah jam shift per harinya. Petugas parkir diberikan 1 kali libur dalam seminggu, tetapi diwajibkan lembur 1 hari setiap minggunya, jadi tetap dihitung bekerja dalam 1 minggu selama 7 hari. Selain itu, libur bagi para petugas parkir hanya diberikan saat hari raya Idul Fitri. Rata-rata frekuensi pajanan adalah 364 hari/tahun. Rata-rata durasi pajanan gas NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas adalah 1,27 tahun dengan nilai minimum 0,08 tahun dan nilai maksimal adalah 5 tahun.

Analisis Pemajanan gas NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas dalam masa kerja yang telah dilaluinya, 10 tahun masa kerja, 30 tahun masa kerja dan konsentrasi maksimal yang masih diperbolehkan Rata-rata asupan NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas adalah 0,00006184 mg/kg/hari, dengan hasil terendah pada sampel J yang telah bekerja selama 0,08 tahun atau 1 bulan dan nilai yang tertinggi pada sampel O yang telah bekerja selama 5 tahun. Rata-rata konsentrasi maksimal gas NO₂ selama masa kerja yang telah dilaluinya adalah 13,2152 mg/Nm³, hasil terendah pada Sampel 15 yang bekerja selama 5 tahun tertinggi pada sampel 10 yang bekerja selama 1 bulan.

Rata-rata asupan NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas selama 10 tahun adalah 0,00048 mg/kg/hari, dengan hasil terendah pada sampel M dan hasil tertinggi pada sampel N. Rata-rata konsentrasi maksimal gas NO₂ dalam 10 tahun adalah 0,5427 mg/Nm³, hasil terendah pada sampel N dan yang tertinggi pada sampel M.

Rata-rata asupan gas NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* Plaza Andalas selama 30 tahun adalah 0,001513mg/kg/hari, hasil terendah pada sampel M dan tertinggi pada sampel N. Rata-rata konsentrasi maksimal NO₂ selama 30 tahun adalah 0,181253 mg/Nm³, hasil terendah pada sampel N dan yang tertinggi sampel M.

Karakteristik Risiko Nonkarsinogen Petugas Parkir Terhadap Paparan Gas NO₂

1. Kategori Berat Badan dengan Karakteristik Risiko

Hasil perhitungan asupan yang kemudian dibagi dengan nilai *RfCNO₂* diketahui diketahui bahwa petugas parkir yang memiliki berat $\geq 55,9$

kg sebanyak 8 orang dengan kategori tidak berisiko, dan petugas parkir yang memiliki berat $\leq 55,9$ kg sebanyak 7 orang dengan kategori tidak berisiko selama masa kerja yang telah dilaluinya, 10 tahun yang akan datang, dan 30 tahun yang akan datang, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Kategori Berat Badan dengan *RQ* Masa Kerja yang Telah dilalui, *RQ* 10 Tahun, dan 30 Tahun

Tingkat Risiko		Berat Badan		Jlh
		$\geq 59,9$ Kg	$< 59,9$ Kg	
<i>RQ</i> Masa Kerja	Berisiko	0	0	0
	Tidak berisiko	8	7	15
<i>RQ</i> 10 Tahun	Berisiko	0	0	0
	Tidak berisiko	8	7	15
<i>RQ</i> 30 Tahun	Berisiko	0	0	0
	Tidak berisiko	8	7	15

2. Kategori Telah Lama Bekerja dengan Tingkat Risiko

Tabel 3. Distribusi Kategori Masa Kerja yang Telah dilalui dengan *RQ*

Tingkat Risiko	Masa Kerja yang Telah Dilalui		Total
	$\geq 1,27$ Th	$< 1,27$ Th	
Berisiko	0	0	0
Tdk Berisiko	4	11	15
Jumlah	4	11	15

Dari tabel 3 diketahui, petugas parkir yang telah bekerja lebih dari 1,27 tahun sebanyak 11 orang dengan kategori tidak berisiko, dan petugas parkir yang memiliki berat kurang dari 1,27 tahun sebanyak 4 orang dengan kategori tidak berisiko selama masa kerjanya.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada hari libur dan hari kerja di *Basement* Plaza Andalas terlihat bahwa konsentrasi *ambient* gas NO₂ terendah tertelatak di titik 1 pada hari kerja yaitu sebesar 10,17 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil ini dipengaruhi karena letak titik 1 yang berada di pintu keluar parkir, dan suhu yang didapatkan juga yang paling rendah dengan kelembaban tertinggi karena pengukuran dilakukan menjelang siang.

Konsentrasi *ambient* gas NO₂ tertinggi terletak di titik 3 pada hari libur sebesar 17,85

$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ Hasil ini dipengaruhi oleh letak titik 3 yang merupakan titik tengah parkir yang diketahui tidak ada sirkulasi udara saat pengukuran sehingga tidak terjadi penyebaran gas NO_2 . Pada titik ini terjadi peningkatan kendaraan roda 4 yang masuk, dan kemudian diberlakukan penutupan untuk kendaraan roda 4 yang akan masuk parkir. Saat pengukuran juga terjadi kemacetan dikarenakan ada mobil yang ingin keluar dan ada mobil yang ingin memarkirkan, hal inilah yang menyebabkan konsentrasi NO_2 tinggi daripada titik lainnya.

Jika dibandingkan dengan baku mutu lingkungan udara *ambient*, nilai konsentrasi rata-rata yaitu sebesar $13,53 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ masih berada di bawah baku mutu lingkungannya yaitu $400 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk pengukuran satu jam. Hasil ini bisa dikatakan rendah, bahkan 29,56 kali lebih rendah dari baku mutu lingkungan, ini dikarenakan kendaraan yang menghidupkan mesin di parkir *basement* hanya sebentar, NO_x yang dihasilkan hanya dari kendaraan masuk saat mesin panas, dan sesaat setelah kendaraan akan keluar parkir, mesin kendaraan belum begitu panas sehingga belum terjadi reaksi pembentukan NO_x yang diketahui bahwa rata-rata kendaraan roda 2 menghidupkan mesin mulai dari pintu masuk hingga pintu keluar parkir yaitu 3,2 menit atau selama 192 detik, dan waktu rata-rata kendaraan roda 4 yaitu 7,1 menit atau selama 426 detik. Hal inilah yang menyebabkan konsentrasi gas NO_x masih rendah.

Dan jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Huboyo diketahui konsentrasi gas NO_2 sebesar $6,23 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Hasil dari penelitian di *Basement Plaza Andalas* lebih tinggi bahkan mencapai kenaikan dua kali lipat daripada penelitian Huboyo (2016).

Udara terdiri dari sekitar 80% volume nitrogen dan 20% volume oksigen. Pada suhu kamar kedua gas ini hanya sedikit mempunyai kecenderungan untuk bereaksi satu sama lain. Pada suhu yang lebih tinggi (di atas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk nitrit oksida dalam jumlah tinggi sehingga mengakibatkan polusi udara. Udara terdiri dari sekitar 80% volume nitrogen dan 20% volume oksigen. Pada suhu kamar kedua gas ini hanya sedikit mempunyai kecenderungan untuk bereaksi satu sama lain. Pada suhu yang lebih tinggi (di atas 1210°C) keduanya dapat bereaksi membentuk nitrik oksida dalam jumlah tinggi sehingga mengakibatkan polusi udara. Dalam proses pembakaran, suhu yang digunakan biasanya mencapai $1210-1765^\circ\text{C}$ dengan adanya udara, oleh karena itu reaksi ini merupakan sumber NO

yang penting. Jadi reaksi pembentukan NO merupakan hasil samping proses pembakaran.

Jumlah NO yang terdapat di udara dalam keadaan ekuilibrium dipengaruhi oleh suhu pembakaran, lamanya gas hasil pembakaran terdapat pada suhu tersebut, dan jumlah oksigen berlebih yang tersedia. Semakin tinggi suhu pembakaran, semakin tinggi pula konsentrasi NO pada keadaan ekuilibrium (Fardiaz, 1992).

Dari hasil yang didapatkan bukan berarti petugas parkir langsung bisa dikatakan aman terhadap paparan gas NO_2 , untuk menentukan tingkat risiko harus dihitung nilai asupan dan mempelajari karakteristik antropometri petugas parkir yang kemudian bisa dikategorikan berisiko atau belum akibat paparan gas NO_2 .

Walau konsentrasi gas NO_2 masih jauh berada di bawah ambang batas, sebaiknya pihak Plaza Andalas harus melakukan pemantauan terhadap konsentrasi udara di *Basement Plaza Andalas*. Mengingat emisi yang dikeluarkan kendaraan bermotor adalah gas-gas yang berbahaya bagi kesehatan, terutama petugas parkir yang terpapar 8 jam setiap harinya.

Kecepatan angin rata-rata di *Basement Plaza Andalas* didapatkan $0,004 \text{ m/s}$, dengan nilai maksimal $0,01 \text{ m/s}$. Semua polutan yang ada di udara dapat dipengaruhi oleh kecepatan angin, karena semakin tinggi kecepatan angin, maka kadar suatu pencemar di udara akan cepat menyebar di udara. Karena akibat pergerakan udara, maka terjadi proses penyebaran yang mengakibatkan pengenceran bahan pencemar udara. Angin juga merupakan faktor yang mempengaruhi zat pencemar.

Analisis Dosis-Respon Gas NO_2 di Udara Ambient

Analisis dosis-respons digunakan untuk karakterisasi risiko (RQ) dari suatu agen pencemar, RQ menghasilkan dua kategori tingkat risiko yaitu tingkat risiko kurang atau sama dari 1 yang berarti petugas parkir *Basement Plaza Andalas* aman dari risiko paparan Nitrogen Dioksida (NO_2) sepanjang hidupnya, dan sebaliknya. Dosis referensi (RfC) dari gas NO_2 adalah $0,02 \text{ mg}/\text{kg}/\text{hari}$. RfD/RfC bukanlah dosis *acceptable*, melainkan dosis referensi. Jika dosis yang diterima manusia melebihi RfD/RfC probabilitas risiko juga lebih besar. Namun, dosis di atas RfD/RfC tidak otomatis mengganggu kesehatan, sebaliknya, dosis di bawah RfD/RfC tidak otomatis aman, karena RfD/RfC diturunkan dengan menyertakan unsur-unsur ketidakpastian. Suatu zat toksik yang RfD/RfC -nya kecil berarti risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan besar.

Analisis Pemajanan Gas NO₂ Kepada Petugas Parkir

1. Berat Badan

Mayoritas petugas parkir *Basement Plaza Andalas* memiliki berat badan lebih atau sama dari 59,9 kg, dan ada 7 petugas parkir yang memiliki berat yang kurang dari 59,9 kg. Dengan demikian 7 petugas parkir tersebut seharusnya memiliki risiko tinggi terhadap paparan nitrogen dioksida, namun hasil penelitian menunjukkan bahwa semua petugas parkir masih dalam kondisi aman dari risiko paparan nitrogen dioksida. Hal ini menguatkan bahwa antara berat badan dengan tingkat risiko memiliki keterkaitan, akan tetapi teori lain menyatakan bahwa, selain berat badan, tingkat risiko dipengaruhi oleh faktor lama paparan, konsentrasi agen risiko, laju inhalasi, durasi paparan, dan frekuensi paparan.

2. Durasi Paparan

Rata-rata durasi paparan nitrogen dioksida pada petugas parkir *Basement Plaza Andalas* adalah 1,27 tahun. Mayoritas petugas parkir yang bekerja di *Basement Plaza Andalas* ini merupakan petugas parkir yang baru, dan ada satu orang yang telah bekerja selama 5 tahun. Walaupun demikian, durasi paparan yang lama berdampak pada besarnya peluang untuk mengalami adanya gangguan kesehatan. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian lain menunjukkan bahwa tikus yang dipajani NO₂ sampai 2500 ppm akan hilang kesadarannya setelah 6-7 menit, tetapi jika kemudian diberi udara segar akan sembuh kembali setelah 4-6 menit. Tetapi jika pemajanan NO pada kadar tersebut berlangsung selama 12 menit, pengaruhnya tidak dapat dihilangkan kembali, dan semua tikus yang diuji akan mati. NO₂ bersifat racun terutama terhadap paru. Kadar NO₂ yang lebih tinggi dari 100 ppm dapat mematikan sebagian besar binatang percobaan dan 90% dari kematian tersebut disebabkan oleh gejala pembengkakan paru (*edema pulmonar iminis*). Kadar NO₂ sebesar 800 ppm akan mengakibatkan 100% kematian pada binatang-binatang yang diuji dalam waktu 29 menit atau kurang. Pemajanan NO₂ dengan kadar 5 ppm selama 10 menit terhadap manusia mengakibatkan kesulitan dalam bernafas (Darmayasa, 2013).

3. Konsentrasi Nitrogen Dioksida

Pengukuran gas Nitrogen Dioksida yang dilakukan di *Basement Plaza Andalas* masih berada di bawah nilai ambang batas yaitu 13,53

µg/Nm³ jika dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara.

Besaran konsentrasi Nitrogen Dioksida yang berada jauh di bawah nilai ambang batas bukan berarti bisa dinyatakan aman dari risiko kesehatan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengungkap efek paparan Nitrogen Dioksida dalam konsentrasi yang rendah, diantaranya konsentrasi gas NO 50-100 ppm dan menyebabkan peradangan paru-paru bila terpapar beberapa menit, pada fase ini orang masih dapat sembuh dalam waktu 6-8 minggu.

Hasil penelitian diketahui rata-rata asupan NO₂ terhadap petugas parkir *Basement Plaza Andalas* 0,00006184 mg/kg/hari, dengan yang terendah 0,00000011 mg/kg/hari pada sampel J yang telah bekerja selama 0,08 tahun atau 1 bulan dan yang tertinggi 0,00023 mg/kg/hari pada sampel O yang telah bekerja selama 5 tahun. Perbedaan diantara keduanya terlihat dari berat badan yang berbeda 2 kg dan waktu pemajanan yang mempunyai selisih 4,92 tahun.

Rata-rata konsentrasi maksimal gas NO₂ selama petugas parkir telah bekerja adalah 13,2152 mg/Nm³ dan yang terendah 1,1779 mg/Nm³ pada sampel O yang telah bekerja selama 5 tahun dan yang tertinggi 71,35 mg/Nm³ pada sampel J yang telah bekerja selama 1 bulan. Selain perbedaan berat badan yang berbeda 2 kg, terlihat juga waktu pemaparan yang mana sampel J lebih singkat waktu pemaparannya (0,08 tahun) daripada sampel O, sehingga dosis konsentrasi untuk sampel J lebih besar.

Hasil penelitian juga diperoleh rata-rata asupan NO₂ terhadap petugas parkir *Basement* selama 10 tahun adalah 0,00048 mg/kg/hari, yang terendah adalah 0,00041 mg/kg/hari pada sampel M dan yang tertinggi pada sampel N yaitu 0,00075 mg/kg/hari. Perbedaan antara keduanya yaitu berat badan yang selisih 44 kg.

Rata-rata konsentrasi maksimal gas NO₂ dalam 10 tahun adalah 0,5427 mg/Nm³, yang terendah adalah 0,3624 mg/Nm³ pada sampel N dan yang tertinggi sebesar 0,7429 mg/Nm³ pada sampel M. Terlihat perbedaan berat antara keduanya mempengaruhi konsentrasi maksimal NO₂ yang masih dapat diterima.

Diketahui juga rata-rata asupan gas NO₂ petugas parkir selama 30 tahun adalah 0,001513 mg/kg/hari, dengan yang terendah adalah 0,001 mg/kg/hari pada sampel M dan yang tertinggi sebesar 0,0022 mg/kg/hari pada sampel N.

Rata-rata konsentrasi maksimal gas NO₂ dalam 30 tahun 0,1788 mg/Nm³, terendah 0,1208 mg/Nm³ pada sampel N dan tertinggi 0,2476 mg/Nm³ pada sampel M. Terlihat perbedaan

berat antara keduanya mempengaruhi konsentrasi maksimal NO₂ yang masih dapat diterima.

Dengan konsentrasi, laju asupan, waktu pajanan perhari, frekuensi pajanan hari/tahun yang sama, terlihat perbedaan hanya berat yang membedakan asupan yang diterima petugas parkir. Terlihat dari perbedaan keduanya bahwa semakin tinggi berat badan maka semakin besar konsentrasi yang dapat diterima.

Dalam hal ini, manajemen risiko yang harus dilakukan setelah mengetahui dengan cara mencari konsentrasi maksimal NO₂ selama masa kerja yang telah dilalui, 10 tahun masa kerja, 30 tahun masa kerja tindakan yang dapat diambil adalah dengan meminimalkan lagi konsentrasi gas NO₂ yang ada di Parkiran Basement Plaza Andalas, yaitu dengan cara melihat konsentrasi maksimal gas NO₂ terendah dalam jangka waktu masa pekerjaan yaitu 01,1779 mg/kg/hari, dalam waktu 10 tahun kedepan 0,3624 mg/kg.hari, dalam waktu 30 tahun kedepan 0,01208 mg/kg/hari yang dimaksudkan agar semua petugas parkir aman dari paparan gas NO₂.

Karakteristik Risiko Petugas Parkir Terhadap Paparan Gas NO₂

1. Kategori Berat Badan dengan Karakteristik Risiko

Berdasarkan tabel 8 diketahui ada 8 petugas parkir yang tidak berisiko dengan berat badan lebih atau sama dari 59,9 kg dan ada 7 petugas yang memiliki berat badan kurang dari 59,9 kg yang tidak memiliki risiko, dengan konsentrasi NO₂, laju asupan, waktu pajanan perhari, frekuensi pemajanan hari pertahun, dan durasi pemajanan yang diterima selama petugas parkir telah menjalankan pekerjaannya, 10 tahun kedepan, dan 30 tahun kedepan.

Data petugas parkir *Basement Plaza Andalas* menunjukkan sebagian besar petugas parkir dalam penelitian ini memiliki berat badan yang lebih atau sama dari 59,9 kg, dan ada 7 petugas parkir yang memiliki berat badan kurang dari 59,9 kg merupakan pekerja yang memiliki risiko tinggi terhadap paparan nitrogen dioksida di lingkungan kerja, dimana seseorang dengan berat badan lebih rendah (<59,9 kg) akan memiliki potensi terganggu kesehatan lebih besar dibandingkan dengan orang yang memiliki berat badan lebih besar dari 59,9 kg.

2. Kategori Masa Kerja yang Telah Dilalui dengan Tingkat Risiko

Diketahui juga ada 4 petugas parkir yang tidak berisiko dengan lama telah bekerja lebih atau sama dari 1,27 tahun dan ada 11 petugas parkir yang belum bekerja selama 1,27 tahun yang tidak berisiko, dengan konsentrasi NO₂, laju asupan, waktu pajanan perhari, frekuensi pemajanan hari pertahun, dan durasi pemajanan yang diterima selama petugas parkir telah menjalankan pekerjaannya.

Persentase pekerja dengan durasi paparan lebih dari 1,27 tahun dan memiliki tingkat risiko yang tinggi terhadap paparan nitrogen dioksida lebih kecil dibandingkan dengan pekerja yang bekerja kurang dari 1,27 tahun dan memiliki risiko yang juga tinggi terhadap paparan nitrogen dioksida. Secara teori, durasi paparan menentukan bagaimana tingkat risiko paparan terhadap nitrogen dioksida.

Mayoritas petugas parkir memiliki durasi paparan kurang dari 1,27 tahun, idealnya petugas parkir belum berisiko akan paparan nitrogen dioksida, namun faktor-faktor seperti laju inhalasi, asupan rata-rata dan konsentrasi nitrogen dioksida juga tidak bisa ditinggalkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asupan nitrogen dioksida tertinggi selama masa kerja 0,00023 mg/kg/hari yaitu pada sampel O yang telah bekerja 5 tahun, asupan 10 tahun masa kerja 0,00075 mg/kg/hari pada sampel N, asupan 30 tahun masa kerja 0,0022 mg/kg/hari pada sampel N, hal ini disebabkan oleh berat yang dimiliki sampel N sangat jauh dibawah rata-rata (59,9). Walaupun demikian petugas parkir ini belum berisiko untuk paparan gas nitrogen dioksida mengingat berat badan bukanlah faktor satu-satunya yang menyebabkan seseorang berisiko terhadap paparan gas nitrogen dioksida.

SIMPULAN

Semua petugas parkir *Basement Plaza Andalas* dalam kategori masa kerja yang telah dilalui, 10 tahun masa kerja, 30 tahun masa kerja, dan berat badan aman dari risiko nonkarsinogen terhadap paparan gas NO₂.

SARAN

Diharapkan kepada kepala unit parkir untuk menambah *exhaust fan* dan mengawasi keberadaan gas NO₂ di *Basement Plaza Andalas* agar tidak mengalami peningkatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, Kris Tri. 2007. Penurunan Konsentrasi HC dan SO₂ Pada Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan TiO₂ Lokal yang Disisipkan Karbon Aktif. *Portal Media Ilmiah STTN Batan*. http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/07/07_kris-cor_hal45-64.pdf (diakses 31 Desember 2015).
- Chandra, Budiman. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Darmayasa, I Gede Oka. 2013. Dampak NO_x Terhadap Lingkungan. *Kurva Teknik*, Vol. 2, No.1, 2013.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Gabriel, JF. 2001. *Fisika Lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.
- Huboyo, H. S., Istirokhatun, T., & Sutrisno, E. 2016. Kualitas Udara dalam Ruang di Daerah Parkir Basement dan Parkir Upperground (Studi Kasus di Supermarket Semarang). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 13(1), 8-12.
- Murhadi, dkk. 2011. Absrobsi Timbal (Pb) dalam Gas Buang Kendaraan Bermotor Bensin Dengan Karbon Aktif. *Prosiding, Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Peraturan Pemerintah 41 tahun 1999. *Pengendalian Pencemaran Udara*.
- Rahman, Abdur. 2014. *Prinsip Dasar, Metode, dan Aplikasi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. FKM-UI. Depok.
- Siswantoro, Lagiyo, Siswiyanti. 2012. Analisis Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif. *Engineering, Jurnal Bidan Teknik*, Vol. 4 No.1, 2012.
- Slamet, Juli Soemirat. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Soedomo, Mustikahadi. 2001. *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Yusuf, Ismiyati, dkk. 2015. Adsrobsi Emisi Gas CO, NO, NO_x Menggunakan Arang Aktif Dari Limbah Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) Pada Kendaraan Bermotor Roda Empat. *Doctoral Disertasi, Universitas Hasanuddin*. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/13094> (diakses 21 Desember 2015).