

# PAJANAN GAS NO<sub>2</sub> PENGELASAN DENGAN KADAR SATURASI OKSIGEN PADA PEGAWAI DIVISI NIAGA PT. PAL

## *The NO<sub>2</sub> Gas Welding Exposure with Saturation Oxygen Levels in Commerce Division of PT. PAL*

Dewi Anggun Nofrianti

Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat UNAIR  
nofriantianggun@gmail.com

**Abstrak:** Pengelasan merupakan salah satu proses dasar dalam pembuatan suatu barang dengan bahan baku logam. Proses ini memiliki risiko membahayakan dalam proses kerjanya. Salah satunya adalah keracunan gas. Gas NO<sub>2</sub> ini dapat menimbulkan penurunan kadar oksigen dalam tubuh. Hal ini dikarenakan gas NO<sub>2</sub> yang bersifat korosif pada tubuh dan menimbulkan infeksi pada organ saluran pernapasan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan pajanan kadar NO<sub>2</sub> pada proses pengelasan dengan penurunan kadar saturasi oksigen pada pekerja las di divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero). Desain penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional*. Sampel dalam penelitian ini diambil dari petugas las sebanyak 9 responden, sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah responden yang tidak terpapar gas NO<sub>2</sub> sebanyak 9 responden. Teknik pengumpulan sampel diambil dengan cara *purposive sampling* yang dibatasi sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan. Variabel independen adalah kadar NO<sub>2</sub> sedangkan variabel dependen adalah kadar saturasi oksigen dalam darah. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Hasil penelitian ini adalah kadar saturasi oksigen karyawan pengelasan divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero) bernilai normal yaitu antara 95–100% dan kadar gas NO<sub>2</sub> pengelasan di area bengkel divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero) berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah pajanan gas NO<sub>2</sub> pengelasan yang tidak melebihi nilai ambang batas dan pegawai pengelasan mempunyai kadar saturasi oksigen normal. Sehingga perlu diadakan ruang terbuka hijau pada area pengelasan.

**Kata kunci:** gas NO<sub>2</sub>, saturasi oksigen, pengelasan

**Abstract:** *Welding is one of the basic process in the manufacture of an item with metal material. This process have a risk that can be dangerous. One of the risk is the gas poisoning. NO<sub>2</sub> gas can decrease the oxygen level in the body. This is because NO<sub>2</sub> gas have corrosive characteristic for body and can causes infection in respiratory tract. The purpose of this study is to describe the levels of NO<sub>2</sub> exposure on welding process with oxygen saturation levels in employees in the commerce division welding at PT PAL Indonesia (Persero). The design of this research is a cross sectional study. The sample in this study was 9 welding employees, whereas the control variables in this study is 9 respondents that were not exposed from NO<sub>2</sub> gas. Sample was taken with purposive sampling method that restricted with criteria that have been set. The independent variable was NO<sub>2</sub> level, while the dependent variable was oxygen saturation level in the blood. This research was descriptive research. The results of this research showed the oxygen saturation levels at commerce division employees of PT PAL Indonesia (Persero) in normal value that is between 95-100% and the rate of NO<sub>2</sub> gas in the commerce division area of PT. PAL Indonesia (Persero) is under the threshold value that has been set. Conclusions in this study was gas exposure not exceeded the threshold value and the employees had normal of oxygen saturation levels. So it is needed to do routine monitoring about the levels of NO<sub>2</sub> gas to reduce the risk of exposure. as well as make more green space in the welding area.*

**Keywords:** *NO<sub>2</sub> gas, welding, oxygen saturation*

## PENDAHULUAN

Proses pengelasan tidak dapat dipisahkan dari perkembangan perindustrian di Indonesia. Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam atau lebih dalam keadaan cair ataupun lumer (Siswanto, 1994). Proses pengelasan selalu ada pada setiap bidang industri terutama industri yang menggunakan bahan baku logam dalam proses produksinya. Pengelasan

mempunyai banyak manfaat penting dalam proses industri salah satunya adalah sebagai proses dasar dalam pembuatan suatu barang misalnya pembuatan kapal, peralatan dapur, motor ataupun mobil.

Dengan adanya proses pengelasan dapat membuat proses produksi menjadi lebih cepat. Sehingga proses pengelasan dapat menunjang hasil produksi suatu industri dan dapat meningkatkan nilai jual suatu barang. Peningkatan

nilai jual suatu barang dapat meningkatkan devisa negara dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi suatu bangsa.

Terdapat 3 cara untuk melakukan pengelasan, yaitu yang pertama pengelasan cair. Pengelasan cair merupakan cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar. Kedua pengelasan dengan tekanan. Pengelasan dengan tekan adalah cara pengelasan di mana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga kedua logam melebur menjadi satu. Ketiga pengelasan pematiran. Pematiran adalah cara pengelasan di mana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair (Wiryosumarto, 2014)

Seiring dengan berkembangnya proses pengelasan kini proses pengelasan tidak lagi dilakukan secara konvensional, namun proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan gas oksigen yang menggunakan bahan bakar asetilen, propane ataupun hidrogen di mana gas tersebut menimbulkan nyala api pada suhu yang tinggi sehingga dapat mencairkan logam induk (Siswanto, 1994).

Selain itu proses pengelasan dapat dilakukan dengan busur listrik yang menggunakan dua elektroda untuk menyambungkan 2 buah logam. Cara ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik dari elektroda ditempatkan pada benda sehingga terdapat jarak antara elektroda dari logam. Aliran listrik tersebut akan menimbulkan busur nyala. Panas yang ditimbulkan dari percikan nyala listrik tergantung pada jenis elektroda yang digunakan, untuk elektroda karbon menghasilkan temperatur sekitar  $3900^\circ\text{C}$  dan elektroda logam sekitar  $2400^\circ\text{C}$ - $2600^\circ\text{C}$  (Wiryosumarto dkk, 2014).

Pengelasan memang memiliki banyak manfaat dalam proses industri suatu barang namun dengan seiring dengan banyaknya manfaat tersebut proses pengelasan merupakan proses yang berisiko membahayakan bagi pekerja yang melakukannya. Bahaya yang dapat timbul akibat pengelasan antara lain bahaya fisik berupa tersengat listrik dari aliran listrik yang merupakan sumber energi pengelasan, radiasi gelombang elektronik yang dapat menyebabkan kemandulan dan rusaknya jaringan kulit, kebutaan akibat percikan api yang ditimbulkan oleh proses pengelasan, bahaya kebakaran karena adanya bahan yang mudah terbakar (bensin, solar, cat,

gas asetilen, dan lain-lain) dan sumber panas (api, percikan bunga api, logam yang panas, dan lain-lain), dan intensitas mencapai 90–100 dB akibat kegiatan menimbulkan kebisingan sehingga dapat menimbulkan ketulian, luka memar dan bahaya ledakan. Ledakan terutama akan terjadi pada pengelasan tangki yang mengandung minyak, gas atau cat yang mudah terbakar (Fitriadi, 2008).

Bahaya kimia dapat mengakibatkan keracunan akibat gas berbahaya yang dihasilkan oleh proses pengelasan. Gas berbahaya yang dapat timbul dalam proses pengelasan antara lain gas karbondioksida, gas karbon monoksida, hidrosulfida, nitrogen dioksida, dan ozon (Siswanto, 1994).

Gas yang dikeluarkan pada proses pengelasan ini dapat mengganggu ekosistem sekitar dan mengakibatkan pencemaran udara pada daerah sekitar. Selain itu, akan banyak biota yang mati sehingga keberlangsungan biota bisa terancam punah (Fitriadi, 2008).

Selain hal tersebut bahaya gas  $\text{NO}_2$  yang berada di udara dapat merusak lapisan atmosfer sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman dan menyebabkan penurunan kemampuan fotosintesis daun (Wardhana, 2004).

Nitrogen di udara dapat dikelompokkan menjadi nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Sifat dari nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) tersebut sangatlah berbeda. Gas NO mempunyai sifat tidak berwarna dan berbau sedangkan gas  $\text{NO}_2$  yang memiliki warna cokelat kemerahan dan berbau tajam.

Sedangkan berdasarkan jumlah NO di udara mempunyai jumlah lebih besar dari pada gas  $\text{NO}_2$ . Pembentukan gas NO dan gas  $\text{NO}_2$  merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk  $\text{NO}_2$  (Fardiaz, 1992).

Gas  $\text{NO}_2$  dapat terbentuk akibat kondensasi oksidasi *fume* pengelasan di udara. Gas  $\text{NO}_2$  merupakan salah satu gas yang berbahaya apabila masuk ke dalam tubuh seseorang. Gas  $\text{NO}_2$  dapat masuk ke dalam tubuh seseorang melalui saluran pernapasan atau inhalasi.

Gas  $\text{NO}_2$  yang terhirup akan melalui beberapa organ pernapasan dapat menyebabkan infeksi pada organ tersebut. Pada organ tubuh, khususnya organ paru, organ ini merupakan organ yang paling peka terhadap gas  $\text{NO}_2$ . Paru yang terkontaminasi gas  $\text{NO}_2$  akan terinfeksi dan terjadi pembengkakan sehingga penderita

akan mengalami gangguan pernapasan. Apabila konsentrasi pajanan gas NO<sub>2</sub> tinggi dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf yang berakibat kejang, sedangkan bila seseorang keracunan gas NO<sub>2</sub> secara terus menerus dalam waktu yang lama dapat menyebabkan kelumpuhan (Wardhana, 2004).

Gas NO<sub>2</sub> yang bersifat korosif dapat menimbulkan infeksi pada saluran pernapasan. Sehingga dapat menimbulkan peningkatan sekret pada saluran pernapasan dan apabila hal ini berjalan dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan kerusakan pada organ yang berada di saluran pernapasan. Dengan adanya sekret yang menumpuk dan kerusakan organ saluran pernapasan dapat menyebabkan aliran oksigen yang masuk dalam tubuh dapat berkurang.

Gejala kebiruan pada kulit dan membran mukosa akibat kurangnya oksigen dalam darah ini dapat disebut sianosis. Sianosis ditandai dengan penurunan kadar saturasi oksigen dalam tubuh. Di mana saturasi oksigen merupakan jumlah hemoglobin yang berikatan dengan oksigen dalam pembuluh darah arteri. Kadar saturasi oksigen normal dalam darah adalah antara 95–100%.

Pada tekanan oksigen yang rendah, sebagian besar hemoglobin akan terdeoksigenasi dan mengalami pendistribusian darah beroksigen dari pembuluh darah ke seluruh jaringan tubuh (Brunner dkk, 2003).

Saturasi oksigen merupakan ukuran relatif dari jumlah oksigen yang terlarut atau dibawa dalam media tertentu. Saturasi oksigen dapat diukur dengan *probe* oksigen terlarut dalam darah yang bekerja seperti sensor oksigen. Penurunan kadar saturasi oksigen dalam tubuh menyebabkan seseorang mengalami sesak nafas dan pusing.

Apabila gas NO<sub>2</sub> masuk ke dalam darah melalui proses difusi maka dapat teroksidasi oleh oksihemoglobin dan membentuk *methemoglobin* dalam darah. *Methemoglobin* dalam darah ini akan bertemu dengan hemoglobin sehingga dapat mengganggu kerja hemoglobin dalam mengikat oksigen. Terganggunya kerja hemoglobin dalam darah dapat membuat kandungan oksigen dalam darah seseorang menurun, sehingga transportasi oksigen pada jaringan pun terganggu. Hal tersebut menimbulkan gejala sesak nafas pada seseorang. Selain hal tersebut tingginya kadar *methemoglobin* dalam tubuh dapat menimbulkan beberapa gejala fisik pada manumur.

Kadar *methemoglobin* yang tinggi dalam darah dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yaitu risiko meninggal apabila kadar *methemoglobin* lebih dari 70%, aritmia, koma dan syok untuk kadar *methemoglobin* 55–70%, menimbulkan pusing, *dyspneup* pada kadar *methemoglobin* 45–55%, menimbulkan sianosis, kadar 20–45% dan tidak menimbulkan gejala apabila kadarnya kurang dari 20% (Tsikas, 2005).

Gejala *methemoglobin* setelah 4 jam pajanan bisa tidak terlihat, namun seringkali gejala yang dialami berupa nyeri kepala. Apabila kadar *methemoglobin* dalam darah melampaui 15 gram/100 gram dapat mengakibatkan sianosis yang ditandai dengan kebiruan pada bibir, hidung, dan daun telinga. Apabila gejala ini dialami oleh bayi maka bayi dapat mengalami “*baby blue*” (Suyono, 1995).

Dengan mengetahui gangguan kesehatan yang mungkin muncul pada seseorang yang terkena pajanan gas NO<sub>2</sub> pada proses pengelasan maka peneliti bertujuan untuk menggambarkan pajanan kadar NO<sub>2</sub> pada proses pengelasan dengan penurunan kadar saturasi oksigen pada pekerja las di divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero).

## METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Metode dalam penelitian ini adalah penelitian lapangan dengan melakukan pengukuran dan pengamatan pada variabel yang akan diteliti yang dilakukan di lokasi penelitian. Data pada penelitian ini bersifat observasional dan deskriptif karena data yang diperoleh melalui pengamatan dan pengukuran pada objek tanpa memberikan suatu perlakuan pada objek penelitian.

Desain penelitian ini adalah *cross sectional* hal ini dikarenakan kadar pengukuran kadar nitrogen dioksida di udara, dan saturasi oksigen di dalam darah dilakukan pada satu waktu tertentu. Penelitian ini dilakukan di PT. PAL Indonesia (Persero) yang berada di jalan Ujung Timur Basis TNI Angkatan Laut, Perak Surabaya. Waktu penelitian ini dimulai bulan Juni sampai bulan Desember 2016.

Populasi pada penelitian ini adalah semua pekerja pengelasan di bengkel las divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero) sebanyak 22 orang. Sampel penelitian ini adalah *purposive sampling* dengan kriteria adalah pekerja tetap bengkel las

yang bekerja di divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero), telah bersedia menjadi responden, melakukan proses pengelasan selama 4 jam, tidak menderita suatu penyakit paru dan tidak mengonsumsi obat analgesik, antipiretik, obat antimalaria, golongan sulfat, dan vitamin K. Dari kriteria tersebut didapatkan responden terpajan gas NO<sub>2</sub> sebanyak 9 responden. Sedangkan sampel kontrol mempunyai kriteria inklusi antara lain merupakan pekerja di bengkel las divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero), bersedia menjadi responden, tidak sedang menderita suatu penyakit dan tidak mengonsumsi obat analgesik, antipiretik, antimalaria dan obat golongan sulfat dan vitamin K. Sehingga didapatkan sampel kontrol sebanyak 9 responden.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar gas NO<sub>2</sub> di udara pada bengkel pengelasan divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero). Dan Variabel dependen dalam penelitian ini adalah saturasi oksigen dalam darah pada karyawan divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero).

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode wawancara pada responden guna mengetahui karakteristik responden. Wawancara ini dilakukan oleh peneliti pada setiap responden secara bergantian dengan mengacu pada kuesioner yang telah diujikan kelayakannya. Pengambilan data paparan gas NO<sub>2</sub> pengelasan didapat dengan melakukan pengukuran 3 titik di bengkel pengelasan divisi niaga PT. PAL Indonesia (Persero). Pengukuran gas NO<sub>2</sub> diambil menggunakan alat *impinger* oleh seorang ahli kesehatan lingkungan yang selanjutnya dianalisis dengan metode *griess saltzman*. Analisis ini dilakukan di UPT K3 Kota Surabaya.

Sembilan data saturasi oksigen didapatkan dengan cara mengukur oksigen dalam darah perifer divisi Niaga PT. PAL Indonesia (Persero). Pengukuran ini diambil dengan cara menempelkan ujung jari pada *pulse oximetri* guna mengetahui kadar oksigen perifer dalam darah. Pengukuran ini dilakukan oleh perawat. Data yang diperoleh kemudian dideskripsikan pada setiap variabel yang diambil saat penelitian, Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari komisi etik guna melindungi responden (No.475-KEPK).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui hasil distribusi responden berdasarkan

umur, lama kerja, status gizi, kebiasaan mengonsumsi obat, kadar saturasi oksigen, dan kadar gas NO<sub>2</sub> digambarkan dalam tabel berikut ini.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa sebagian besar umur responden yang terpajan gas NO<sub>2</sub> adalah umur dewasa akhir dan umur tertinggi ada responden yang tidak terpajan adalah umur lansia awal. Untuk rerata umur responden termasuk dalam masa dewasa akhir. Seseorang yang memiliki umur lanjut akan lebih rentan terhadap paparan zat berbahaya seperti gas nitrogen dioksida, karbondioksida, dan ozon di lingkungan sekitar hal ini dikarenakan semakin bertambah umur seseorang maka semakin rendah sistem imunitas yang dimiliki seseorang yang terpajan zat berbahaya yang ada di lingkungan tersebut.

Hal ini sesuai dengan teori yang diungkapkan oleh Fatma (2006) yang mengungkapkan bahwa proses penuaan dapat dihubungkan dengan penurunan imunitas dari seseorang. Fungsi sistem imunitas tubuh dapat menurun sesuai umur dari seseorang. Hal ini selaras dengan kemampuan tubuh melawan infeksi yang dapat juga menurun sejalan dengan bertambahnya umur seseorang.

Selain itu umur seseorang akan berbanding langsung dengan kapasitas fisik seseorang sampai pada batas tertentu dan mencapai puncaknya pada saat seseorang tersebut berumur 25 tahun. Pada seseorang umur 50–60 tahun sistem imunitas akan dapat terjadi penurunan sistem imunitas sebesar 25%, dan penurunan kemampuan sensoris-motoris menurun sebanyak 60%.

Melihat hal tersebut, bukan berarti seseorang akan lebih sering terserang penyakit, tetapi saat seseorang menginjak umur tua. Maka risiko kesakitan akan meningkat seperti terjadinya penyakit infeksi, penyakit kanker, dan penyakit autoimun. Hal tersebut dapat terjadi secara alamiah karena perjalanan penyakit yang berkembang sangat lambat dan menimbulkan gejala yang tidak terlihat sehingga gejala baru terlihat pada seseorang beberapa tahun kemudian. Umur juga memengaruhi timbulnya kadar *methemoglobin* dalam tubuh, seseorang dengan umur balita dan lansia lebih cepat merespons paparan zat berbahaya dalam tubuh.

Hal ini dikarenakan respons imun pada umur balita dan lansia lebih lambat dari pada seseorang pada umur muda (Tarwaka, 2010).

**Tabel 1.**

Distribusi Frekuensi Umur dan Status Gizi Karyawan Pengelasan Divisi Niaga PT. PAL. Indonesia (Persero) tahun 2016

Kategori	Kelompok				Total	
	Terpapaj		Tidak terpapaj			
	n	%	n	%	n	%
<b>Umur</b>						
17–25 tahun	2,0	22,0	2,0	22,0	4,0	22,0
26–35 tahun	3,0	33,0	0,0	00,0	3,0	17,0
36–45 tahun	4,0	44,0	4,0	44,0	8,0	44,0
46–55 tahun	0,0	00,0	3,0	33,0	3,0	17,0
<b>Total</b>	9,0	100,0	9,0	100,0	18,0	100,0
Rerata (SD)	33,8		40,5		37,0	
<b>Lama kerja</b>						
2–3 tahun	5,0	55,5	1,0	11,1	6,0	33,3
4–5 tahun	0,0	0,0	1,0	11,1	1,0	5,5
≥ 6 tahun	4,0	44,4	7,0	77,7	11,0	61,1
<b>Total</b>	9,0	100,0	9,0	100,0	18,0	100,0
Rerata (SD)	1,5		1,5		6	

Sumber: Data penelitian tahun 2016

Berdasarkan Tabel 1 sebagian besar responden yang terpajaj gas NO<sub>2</sub> memiliki lama masa kerja antara 2 sampai 3 tahun, sedangkan yang tidak terpajaj gas NO<sub>2</sub> memiliki masa kerja lebih dari 6 tahun. Rerata masa kerja responden lebih 6 tahun.

Hasil tersebut membuktikan bahwa sebagian besar responden memiliki waktu lama pajanan gas NO<sub>2</sub> lebih dari standar yang ditetapkan. Seseorang yang memiliki waktu lama pajanan suatu zat lebih lama akan lebih berisiko menderita kesakitan akibat pajanan zat berbahaya tersebut. Hal ini dapat terjadi akibat pajanan zat yang terlampaui lama dan kandungan zat yang terserap oleh tubuh terlampaui banyak (Nofrianti, 2016).

Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa lama pajanan akan berkaitan dengan lama tenaga terpajaj oleh suatu faktor baik kimia, fisik, mikrobiologi, dan radioaktif sehingga lama pajanan sangat berkaitan dengan penyakit akibat kerja yang dideritanya.

Menurut Iskandar (2012) apabila semakin lama pekerja terpajaj oleh gas NO<sub>2</sub> maka akan semakin besar risiko terjadinya gangguan fungsi paru pada seseorang. Jumlah jam kerja dapat mengakibatkan berbeda intensitas pajanan

**Tabel 2.**

Distribusi Frekuensi Lama Kerja dan Saturasi Oksigen pada Karyawan Pengelasan Divisi Niaga PT. PAL. Indonesia (Persero) tahun 2016.

Kategori	Kelompok				Total	
	Terpapaj		Tidak terpapaj			
	n	%	n	%	n	%
<b>IMT</b>						
< 18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18,5–24,9	4,0	44,4	3,0	33,3	7,0	38,8
> 25	5,0	66,6	6,0	77,7	11,0	61,1
<b>Total</b>	9,0	100,0	9,0	100,0	18,0	100,0
Rerata (SD)	24,7		26,5		25,6	
<b>Pengonsumsi obat</b>						
Ya	9	100	9	100	18	100
Tidak	0	0	0	0	0	9
<b>Total</b>	9	100	9	100	18	100
Rerata	4,5		4,5		4,5	
<b>Saturasi</b>						
96–100%	6,0	67,0	9,0	100,0	15,0	83,0
90–95%	3,0	33,0	0,0	0,0	3,0	17,0
<b>Total</b>	9,0	100,0	9,0	100,0	18,0	100,0
Rerata (SD)	98,7		96,22		97,5	

Sumber: Data penelitian tahun 2016

suatu zat. Sehingga pekerja pengelasan berisiko menghirup pajanan zat berbahaya lebih banyak daripada pekerja pengelasan yang tidak lama terlibat dalam aktivitas pekerjaannya.

Data jumlah jam kerja per minggu pada aktivitas pekerja terpajaj gas NO<sub>2</sub> dapat digunakan untuk memperkirakan kumulatif pajanan yang diterima oleh seorang pekerja pengelasan.

Timbulnya gangguan pernapasan pada pekerja dapat sangat bergantung pada lamanya pajanan serta dosis pajanan zat yang diterima oleh seseorang. Dengan pajanan zat yang berkadar rendah dalam waktu lama mungkin tidak akan segera menunjukkan adanya gangguan pernapasan (Budiono, 2007).

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar responden yang terpajaj gas NO<sub>2</sub> memiliki nilai indeks masa tubuh *overweight* dan nilai indeks masa tubuh pada responden yang tidak terpajaj gas NO<sub>2</sub> sebagian besar berstatus *overweight*. Untuk rerata nilai indeks masa tubuh responden bernilai normal.

**Tabel 3.**Hasil Pengukuran NO<sub>2</sub> di Bengkel Pengelasan Divisi Niaga PT. PAL Indonesia (Persero) tahun 2016

Lokasi pengukuran	Kadar NO <sub>2</sub> (ppm)	Suhu Kering (°C)	Kelembaban (%)
Niaga 1	0,05	31,8	65
Niaga 2	0,01	31,9	65
Niaga 3	0,03	32,0	65
Rerata	0,03	31,9	65

Sumber: Data penelitian tahun 2016

Pendapat ini diperkuat dengan teori yang menyebutkan bahwa salah satu menentukan status gizi adalah dengan mengukur indeks masa tubuh (IMT). Indeks masa tubuh adalah cara termudah untuk menentukan tingkat obesitas seseorang yang berkorelasi tinggi pada masa tubuh, selain itu dapat mengidentifikasi seseorang obesitas yang berisiko mempunyai komplikasi medis (Egger, 1996).

Seseorang dengan kelebihan berat badan atau *overweight* memiliki status gizi yang rendah sehingga apabila terdapat paparan zat berbahaya dan akan lebih mudah merespons suatu zat sehingga berisiko timbul angka kesakitan lebih tinggi pada seseorang (Tarwaka, 2010).

Apabila seseorang dengan status gizi yang rendah akan lebih rentan terhadap paparan zat berbahaya, hal ini dikarenakan seseorang tersebut memiliki sistem imun dengan indeks masa tubuh yang tergolong rendah, sehingga metabolisme tubuh berjalan dengan lambat (Mawi, 2005).

Tarwaka (2010) berpendapat bahwa seseorang yang *overweight* dapat mempunyai risiko mengalami kesakitan dua lebih besar dibandingkan dengan seseorang yang bertubuh *under weight*.

Hal ini dapat diperkuat oleh pendapat para ahli yang menyatakan bahwa seseorang yang memiliki tubuh *over weight* akan mempunyai risiko 2,5 lebih tinggi dibandingkan dengan seseorang yang memiliki tubuh *under weight*.

Data konsumsi obat yang didapat saat penelitian menunjukkan bahwa seluruh karyawan yang menjadi responden baik yang terpajan maupun tidak terpajan gas NO<sub>2</sub> pengelasan tidak ada yang mengonsumsi obat amino 5000, dentazol, lidokain, obat malaria, salep mata, dan vitamin K. Hal ini sangat berkaitan dengan peningkatan kadar *methemoglobin* dalam darah. Hal tersebut dapat terjadi akibat reaksi yang dikeluarkan oleh tubuh akibat paparan zat tersebut. Menurut Tatiana (2008), *methemoglobin*

berlebih pada tubuh seseorang sebenarnya tidak hanya disebabkan oleh paparan nitrat dari paparan bahan berbahaya namun masih ada senyawa kimia yang dapat meningkatkan risiko terjadinya *methemoglobin* dalam tubuh. Zat yang dapat menimbulkan peningkatan *methemoglobin* dalam tubuh antara lain obat analgesik antipiretik, zat warna, obat golongan nitrit, obat antimalaria, obat golongan sulfat, vitamin K, kloramfenikol, klorat, Cu, BAL, INH.

Berdasarkan Tabel 2 kadar saturasi oksigen dalam darah perifer pada pekerja yang terpajan gas NO<sub>2</sub> dan tidak terpajan gas NO<sub>2</sub> pada proses pengelasan bernilai normal. Sedangkan rerata kadar saturasi oksigen pada responden bernilai normal.

Saturasi oksigen merupakan jumlah oksigen dalam darah. Pada orang normal, oksigen yang masuk dalam tubuh akan diikat oleh hemoglobin dan didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Saturasi oksigen dapat menurun apabila terdapat nitrit dalam tubuh. Paparan NO<sub>2</sub> dalam darah dapat teroksidasi sehingga mengganggu kinerja hemoglobin dalam mengikat oksigen dalam darah.

Pengukuran saturasi oksigen merupakan salah satu langkah efektif untuk memantau perubahan saturasi oksigen dalam tubuh yang seringkali berubah-ubah (Wijayanti, 2011).

Saturasi oksigen untuk mengukur persentase oksigen yang diikat oleh hemoglobin di dalam tubuh. Pada tekanan parsial oksigen yang rendah, sebagian besar hemoglobin akan terdeoksigenasi, sehingga proses pendistribusian darah beroksigen dari pembuluh darah ke jaringan tubuh juga menurun.

Kadar saturasi oksigen di bawah normal dapat menunjukkan adanya tanda kekurangan oksigen pada seseorang. Hal ini terjadi karena saturasi oksigen yang rendah ditandai dengan adanya diagnosis kekurangan oksigen.

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar NO<sub>2</sub> di udara bengkel pengelasan divisi Niaga PT. PAL Indonesia (Persero) tidak ada yang melebihi nilai ambang batas yang tercantum pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No 13 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. Sedangkan rerata suhu ruangan pada bengkel pengelasan dengan pajanan gas NO<sub>2</sub> bernilai normal dan kelembapan bengkel pengelasan normal.

Nilai ambang batas untuk gas NO<sub>2</sub> di udara lingkungan kerja adalah 3 ppm untuk waktu kerja 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Jika dilihat berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa dari ketiga titik pengelasan yang berada pada bengkel pengelasan tidak ada pajanan gas NO<sub>2</sub> yang melebihi NAB yang telah ditetapkan. Meskipun nilai gas NO<sub>2</sub> masih dalam kadar normal namun risiko terkena pajanan gas NO<sub>2</sub> harus tetap diwaspadai mengingat pembagian jam kerja perusahaan pada karyawan dibagi menjadi 2 *shift* kerja yaitu siang dan malam pada *shift* malam seorang karyawan harus menambah jam kerja yang melebihi ketetapan yang telah ditentukan oleh pemerintahan yaitu 8 jam kerja. Apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Golding (2012) tentang pajanan gas NO<sub>2</sub> pada suatu industri memiliki hasil pajanan gas berada pada rentang 3 m/m<sup>3</sup>–29 m/m<sup>3</sup> berada di bawah nilai baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 316 m/m<sup>3</sup>.

Suhu ruang bengkel pengelasan didapatkan suhu dengan kadar normal. Sedangkan kelembapan ruang bengkel didapatkan kelembapan 65%. Suhu ruangan dapat memengaruhi terbentuknya NO<sub>2</sub> di udara.

Pada suhu kamar, nitrogen dan oksigen cenderung susah untuk bertemu satu sama lain. Sedangkan pada suhu yang lebih rendah keduanya bereaksi membentuk NO<sub>2</sub> dalam jumlah banyak sehingga dapat mengakibatkan pencemaran udara (Fardiaz, 1992).

Selain itu suhu udara juga dapat memengaruhi konsentrasi pencemaran udara. Pada suhu tinggi udara akan menjadi renggang sehingga konsentrasi semakin rendah, sedangkan pada suhu rendah konsentrasi udara semakin padat sehingga konsentrasi pencemaran di udara tampak semakin tinggi. Begitu pula dengan kelembapan. Suatu ruang yang mempunyai kelembapan tinggi maka kadar uap air di udara akan bereaksi dengan zat

pencemar, sehingga zat tersebut menjadi tidak berbahaya atau menjadi zat sekunder (Junaedi, 2002).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar responden berumur 35–45 tahun dan sebagian besar responden memiliki indeks masa tubuh *overweight* yaitu memiliki kadar indeks masa tubuh lebih dari 35.

Selain itu sebagian besar responden memiliki pajanan gas NO<sub>2</sub> pengelasan lebih dari 6 tahun dan memiliki kadar saturasi oksigen normal di mana kadar saturasi normal pada seseorang berkisar antara 95–100%.

Kadar gas NO<sub>2</sub> pengelasan di area bengkel divisi niaga PT. PAL Indonesia (persero) berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan.

Saran kepada perusahaan, agar perusahaan melakukan sistem pengawasan terhadap kadar paparan gas NO<sub>2</sub> di udara pada bengkel pengelasan guna mengurangi dampak negatif yang berisiko terhadap karyawan pengelasan yang terpajan gas NO<sub>2</sub>.

Selain hal tersebut pembuatan ruang terbuka hijau juga perlu dilakukan guna mengurangi pajanan zat berbahaya akibat proses pengelasan

## DAFTAR PUSTAKA

- Brunner, Suddarth. (2003). *Keperawatan Medikal Bedah*. Jakarta: ECG.
- Budiono, I. (2007). Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengecatan Mobil. *Tesis*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Egger, S. (1996). *The Fat Loss Handbook*. Australia: Allen and Unwin.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Fatma. (2006). *Respons Imun yang Terendah terhadap Tubuh Manusia pada Umur Lanjut*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Fitriadi. (2008). *Penentuan Prioritas Alternatif Pengelasan pada Body Welding Minibus*. [Online] Available at: [https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNvramofrNAhWHro8KHef-C2gQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fpublikasiilmiah.ums.ac.id%2Fbits\\_tream%2Fhandle%2F11617%2F1886%2F10](https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNvramofrNAhWHro8KHef-C2gQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fpublikasiilmiah.ums.ac.id%2Fbits_tream%2Fhandle%2F11617%2F1886%2F10). Paper\_I- [Diakses senin juli 2016].
- Golding, H. (2012). Pengaruh Kelembapan, Suhu, Arah, dan Kecepatan Angin terhadap Konsentrasi Nitrogen Dioksida dengan Membandingkan 2 Volume Pencemaran di Area Pabrik dan di Persimpangan Jalan. *Jurnal Teknik Lingkungan UNDIP*. Semarang: Universitas Diponegoro.

- Iskandar, M. (2012). *Pedoman Penyelesaian Kasus Akibat Kerja dan Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Junaedi. (2002). *Analisis Kualitatif Kadar Debu PT. Semen Andalas Indonesia di Lingkungan AKL DEPKES RI Banda Aceh*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Kemenakertrans RI. (2011). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. 13 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. Jakarta: Kemenakertrans RI.
- Mawi, M. (2005). *Nilai Rujukan Spirometri untuk Lanjut Umur Sehat*. Jakarta: Univera Medicina.
- Nofrianti, D.A. (2016). Hubungan Kadar No<sub>2</sub> Pengelasan dengan Kadar *Methemoglobin* dalam Darah, Saturasi Oksigen dan Keluhan Kesehatan pada Pekerja Pengelasan Divisi Niaga PT. PAL Indonesia. Persero. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Siswanto, A. (1994). *Bahaya Las*. Surabaya: Balai HIPERKES dan Keselamatan Kerja Jawa Timur Departemen Tenaga Kerja.
- Suyono. (1995). *Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta: EGC.
- Tatiana S.N., Rodrigo O.L.P., Humberto L.D.M. (2008). *Methemoglobinemia from Diagnosis to Treatment*. *Rev Bras Anesthesiol Journal*. vol. 58 no. 6 Campinas Nov./Dec. 2008.
- Tsikas. (2005). *Methods of Quantitative Analysis of the Nitric Oxide Metabolites Nitrite and Nitrate in Human Biological Fluid*. s.l.: Free. Radic. Res. 39: 797–815.
- Tarwaka. (2008). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja "Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja"*. Solo: Harapan Press.
- Wardhana, W. (2004). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDY.
- Wijayanti, D. (2011). *Gambaran dan Analisis Risiko Nitrogen Dioksida Per Kota/Kabupaten dan Provinsi di Indonesia*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Wirjosumarto, H., Okumura. (2014). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Pramita.