

## Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan di Kota Pontianak

### *Factors Are Related With Pulmonary Function Disorders On Welding Workers In The Pontianak City*

Deviandhoko, Nur Endah W, Nurjazuli

#### ABSTRACT

**Background:** Home industry has grown rapidly in recent years in the Pontianak city. One of the exhaust particulate material from the welding process. This will be the potential occurrence of exposure to workers. Result from this preliminary study (15 workers), found that the average work for 8-9 hours per day, taking hours of overtime (40,%) for 4 hours / day, and the symptom for respiratory disorders were cough (60%) and shortness of breath (20%), this study showed that welding work had a risk of pulmonary function disorders for workers. The aim of this study was to measure lung function disorders in welding workers and factors influencing it in the Pontianak city.

**Method:** This research was an observational research using a cross sectional design, with 78 samples of worker were taken by random sampling. Data of levels welding respirable dust were obtained by measured using personal dust sampler, while lung function data obtained with examine the lung function of workers using spirometri, and other data obtained by interview. Data analysis performed by univariate and bivariante analysis using Kendall-tau and chi-square ( $\pm=0,05$ ).

**Result :** Study showed respirable dust still below threshold limit value (NAB=3 mg/m<sup>3</sup>), the highest = 2,791 mg/m<sup>3</sup>, the lowest = 0,085 mg/m<sup>3</sup>, mean= 0,83 mg/m<sup>3</sup> and SD=0,70, and as many as 59 respondents (75.6%) had pulmonary function disorders. Statistical test results showed there was significant association between level of respirable dust (p-value=0,001), and working hour/day (p-value=0,008, OR=6,321, 95%CI =1,663-24,026 with pulmonary function disorders.

**Conclusion :** Levels of respirable dust and duration of exposure is a potential factor of pulmonary function disorders in welding workers in the Pontianak city.

**Key words :** respirable dust, capacity of lung function, welding workers, Pontianak.

#### PENDAHULUAN

Pembangunan di bidang industri merupakan bentuk dari komitmen pemerintah untuk mewujudkan kesejahteraan bagi segenap rakyat Indonesia. Dalam mewujudkan kesejahteraan tersebut, pembangunan industri yang dipilih harus berwawasan lingkungan, dengan tujuan sedikit mungkin memberikan dampak negatif terhadap lingkungan sebagai akibat penggunaan sumber daya alam. Salah satu dampak penting akibat pembangunan industri adalah perubahan kualitas lingkungan. Perubahan kualitas lingkungan disebabkan oleh masuknya bahan pencemar baik disengaja maupun tidak, baik berupa gas, cair dan padatan.<sup>(1)</sup>

Masuknya bahan pencemar ke udara sehingga merubah komposisi normal udara disebut dengan pencemaran udara.<sup>(2)</sup> Pencemaran udara yang terjadi selain pencemaran udara di ambien (*outdoor air pollution*) juga pencemaran udara dalam ruangan (*indoor air pollution*).

Pencemaran udara di ambien terjadi karena masuknya polutan dari hasil kegiatan industri, kendaraan bermotor, pembakaran hutan, letusan gunung berapi dan pembangkit tenaga listrik.<sup>(3)</sup>

Polutan hasil kegiatan industri dapat berupa gas dan partikulat yang berisiko terhadap kesehatan manusia. Efek terhadap kesehatan dipengaruhi oleh intensitas dan lamanya keterpaparan, selain itu juga dipengaruhi oleh status kesehatan penduduk yang terpajan.<sup>(4)</sup> Salah satu contoh industri yang menghasilkan bahan buangan partikulat dan berkembang di masyarakat adalah *home industry* teralis yang umumnya informal karena tumbuh dan berkembang sebagai bentuk usaha *home industry*.

Dalam *home industry* teralis, bahan buangan partikulat merupakan hasil dari proses pengelasan. Asap pengelasan yang terbentuk saat proses pengelasan terdiri dari berbagai campuran logam seperti besi (Fe), mangan (Mn), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Dalam konsentrasi

dr. Deviandhoko, M.Kes, RS Khusus Provinsi Kalimantan Barat  
Dr. Dra. Nur Endah W, MS, Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP  
Dr. Nurjazuli, S.KM, M.Kes Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP

yang besar, partikulat dari asap pengelasan dapat menimbulkan paparan pada pekerja secara intensif. Efek pernapasan pada pekerja pengelasan yang di antaranya adalah bronkhitis, iritasi saluran napas, demam asap logam, dan perubahan fungsi paru.<sup>(5)</sup>

Partikulat dalam asap pengelasan besarnya berkisar antara 0,2 µm sampai dengan 3 µm. Butir- asap pengelasan yang besarnya 0,5 µm atau lebih bila terhisap akan tertahan oleh bulu hidung dan bulu pipa pernapasan, sedangkan yang lebih halus akan terbawa masuk ke paru paru, dimana sebagian akan dihembuskan keluar kembali dan sebagian menempel pada paru paru yang dapat menimbulkan beberapa penyakit pernapasan.<sup>(5)</sup>

Berbagai studi tentang partikulat dalam asap pengelasan yang berhubungan dengan gangguan pernapasan antara lain menurut penelitian Amelia (2010) bahwa efek pernapasan terlihat pada pekerja pengelasan yang bekerja penuh di antaranya bronkhitis, iritasi saluran napas, demam asap logam, perubahan fungsi paru, dan meningkatkan kemungkinan timbulnya kanker paru.<sup>(6)</sup>

Penelitian dari Muliarta (2008)<sup>(7)</sup> menjelaskan bahwa pada proses pengelasan dihasilkan gas, fumes dan bahan kimia toksik seperti partikel logam yang dilepaskan ke dalam atmosfer. Baik nitrogen dioksida, ozon, dan beberapa fumes dari logam bersifat sebagai oksidan/radikal bebas sehingga dihasilkan berbagai jenis *Reactive oxygen Species* (ROS) dan *Reactive Nitrogen Species* (RNS). ROS dan RNS dapat mempengaruhi fungsi paru secara akut. Paparan berbagai *hazard* yang menghasilkan ROS/RNS dapat mempengaruhi fungsi paru secara akut. ROS/RNS dapat secara langsung merusak epitel alveoli atau merangsang inflamasi.<sup>(5)</sup>

Di Kota Pontianak, *home industry* teralis telah berkembang dengan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Dari hasil observasi terhadap 3 *home industry* teralis, pekerja pengelasan rata-rata bekerja selama 8-9 jam per hari. Apabila pesanan cukup banyak pekerja mengambil jam lembur selama 4 jam. Pada saat bekerja, pekerja pengelasan tidak menggunakan alat pelindung diri berupa masker. Hasil wawancara terhadap 15 pekerja pengelasan diketahui bahwa sebanyak 3 orang mengeluh batuk-batuk, 2 orang mengeluh kadang sesak napas, 5 orang menyatakan ketidaknyamanan dalam bekerja dan 5 orang menyatakan debu dari asap pengelasan dapat menimbulkan penyakit berat bahkan kematian.

Perlu diketahui bahwa pemilik industri sektor informal tidak memberikan perhatian dalam pelayanan kesehatan kerja terhadap pekerjanya, sehingga terjadinya penyakit yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru menjadi beban pekerja.

Berdasarkan hasil observasi awal terhadap 15 pekerja, bahwa seluruh pekerja pengelasan (100%) rata-rata bekerja selama 8-9 jam per hari dan mengambil jam lembur (40,%) rata-rata selama 4 jam per hari, serta adanya keluhan batuk (60%) dan sesak napas (20%), hal ini

memberikan gambaran bahwa pekerjaan pengelasan mempunyai resiko terjadinya gangguan fungsi paru bagi pekerjanya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional* (potong lintang). Dalam penelitian ini variabel bebas (faktor resiko) dan variabel terikat (efek) dinilai secara simultan dengan pengukuran pada satu saat dan akan diperoleh efek populasi pada suatu saat sehingga dapat menentukan hubungan antara faktor resiko dan penyakit.<sup>(8-9)</sup>

Populasi pekerja dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja las sebanyak 315 orang yang bekerja di seluruh bengkel pengelasan di Wilayah Kota Pontianak. Sampel pekerja diambil dalam penelitian ini mempertimbangkan pekerja yang tidak menderita penyakit paru dan ISPA dengan jumlah pekerja sebanyak 78 orang dengan pemilihan subyek sampel dilakukan dengan teknik *random sampling*.

Pengukuran fungsi paru dilakukan dengan menggunakan spirometer, pengukuran kadar debu las terhirup dengan menggunakan alat Personal Dust Sampler, pengukuran status gizi (*microtoise* dalam penilaian tinggi badan) dan timbangan badan *portable* (dalam penilaian berat badan), sedangkan data karakteristik responden, umur, masa kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga, kebiasaan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD), dan lama paparan, dilakukan dengan wawancara dengan menggunakan kuesioner terstruktur.

Analisis data penelitian dilakukan secara univariat dan bivariat. Analisis data univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik responden, sedangkan analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan kadar debu las terhirup dengan gangguan fungsi paru dengan uji statistik non parametrik uji *Kendall tau* ( $\pm=0,05$ ).<sup>(10)</sup> Sedangkan analisis bivariat yang digunakan untuk melihat hubungan antara status gizi, masa kerja, lama paparan dan penggunaan APD dengan kapasitas fungsi paru dengan uji statistik non parametrik *Chi-Square* ( $\pm=0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Lokasi Penelitian

Kota Pontianak merupakan ibukota Propinsi Kalimantan Barat, dengan luas wilayah 107, 82 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 6 kecamatan dan 29 kelurahan. Kota Pontianak dilintasi Garis Khatulistiwa yaitu pada 0° 02' 24" lintang utara sampai dengan 0° 01' 37" Lintang Selatan dan 109° 16' 25" Bujur Timur sampai dengan 109° 23' 04" Bujur Timur. Ketinggian Kota Pontianak berkisar antara 0, 10 meter sampai 1, 50 meter di atas permukaan laut. Wilayah Kota Pontianak secara keseluruhan berbatasan dengan wilayah Kabupaten Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya.

Hasil observasi terhadap industri pengelasan

## Gangguan Fungsi Paru

sektor informal di Kota Pontianak diperoleh bahwa sebaran industri sektor informal berada di 4 wilayah kecamatan, yaitu 4 industri di kecamatan Pontianak Utara, 6 industri di Kecamatan Pontianak Barat, 8 industri di Kecamatan Pontianak Timur dan 7 industri di Kecamatan Pontianak Selatan.

Lokasi industri pengelasan sektor informal seluruhnya berada di tepi jalan, dengan bangunan menyatu dengan rumah pemilik usaha. Jarak bengkel pengelasan dengan jalan raya rata-rata berjarak 4-6 meter.

Rata-rata pekerja dipekerjakan karena keahliannya sebagai pekerja las dalam hal pembuatan teralis pintu, teralis jendela dan pagar. Pekerja tidak memiliki pendidikan khusus tentang keahlian pengelasan. Jam kerja umumnya tidak memiliki ikatan waktu yang ketat. Jam kerja terpendek dimulai dari pukul 08.00 WIB – 15.00 WIB. Namun ada juga memulai jam kerja dari jam 09.00 WIB – 17.00 WIB. Para pekerja menjadi terlibat secara fisik sepenuhnya terhadap pekerjaannya, mengambil jam lembur dan bekerja jauh lebih lama apabila pesanan semakin banyak dan ada target waktu dalam penyelesaiannya. Selain itu, adanya keterbatasan modal pemilik usaha, keadaan lingkungan kerja tidak memberikan perlindungan dalam bekerja terhadap pemaparan debu las. Penggunaan *face shield* (topeng las) adalah APD yang paling sering digunakan akan tetapi masih saja ada yang menggunakan kacamata hitam. Sarung tangan dan masker jarang digunakan karena pekerja merasa tidak nyaman menggunakannya. Pekerja pengelasan keseluruhannya berjenis kelamin laki-laki, dengan jumlah pekerja las pada setiap satu industri sebanyak 4 – 6 pengelas.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar industri pengelasan menggunakan metode penyambungan logam dibawah pengaruh penyaluran panas dengan bantuan logam menyambung (solder) yang mempunyai titik lebur lebih rendah daripada logam yang akan disambungkan. Sebagai alat pemanas untuk penyolderan digunakan pipa hembus, pemanas listrik, atau alat pembakar yang biasa digunakan dalam las gas (las asetilin). Pelapisan permukaan (mempertebal permukaan) termasuk juga proses pengelasan, bahan pelapis yang dilapiskan pada permukaan benda dapat berupa kawat las atau serbuk las.

### Analisis univariat

Sebanyak 78 responden yang diukur kadar debunya menggunakan *personal dust sampler*, kadar debu terhirup oleh responden masih dibawah Nilai Ambang Batas (NAB=3 mg/m<sup>3</sup>) berdasarkan *National Occupational Health and Safety Commission* (NOHSC).<sup>(11)</sup> Dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa kadar debu terhirup responden paling tinggi adalah 2,791 mg/m<sup>3</sup> dan paling rendah adalah 0,085 mg/m<sup>3</sup>. Rata-rata kadar debu terhirup responden 0,83 mg/m<sup>3</sup> dengan standar deviasi 0,70.

### Analisis bivariat

#### 1. Hasil uji statistik kadar debu terhirup dengan kapasitas fungsi paru.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji statistik non-parametrik menggunakan *Kendall-tau* antara kadar debu terhirup dengan kapasitas fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak, didapatkan hasil sebagai Tabel 2. Dari tabel 2 menunjukkan ada hubungan yang signifikan antara kadar debu terhirup dengan kapasitas fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak  $p\text{-value}=0,001$  ( $p\text{-value} < 0,05$ ).

#### 2. Analisis bivariat hubungan status gizi, masa kerja, lama paparan dan penggunaan APD dengan kapasitas fungsi paru.

Uji statistik yang digunakan adalah *Kendall-tau* dan *Chi-Square* dengan tingkat kemaknaan  $\pm < 0,05$ , dengan perhitungan odds ratio pada *confidence interval* 95% untuk menentukan besarnya resiko terjadinya gangguan fungsi paru pada populasi. Pada tabel 3 terlihat bahwa, terdapat 2 (dua) variabel yang mempunyai nilai  $p\text{-value} < 0,05$  yaitu: kadar debu terhirup ( $p\text{-value}=0,001$ ) dan lama paparan ( $p\text{-value}=0,008$ ).

#### 3. Analisis kecenderungan kadar debu terhirup berdasarkan lama paparan responden

Berdasarkan tabel 4 dapat diketahui bahwa responden yang lama paparannya  $> 8$  jam/hari mempunyai kecenderungan rata-rata kadar debu terhirupnya lebih tinggi (0,94484 mg/m<sup>3</sup>) dibandingkan dengan pekerja pengelasan yang lama kerjanya  $< 8$  jam/hari (0,68891 mg/m<sup>3</sup>).

#### 4. Analisis kecenderungan kapasitas fungsi paru berdasarkan lama paparan responden.

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa

Tabel 1. Karakteristik responden dan faktor-faktor yang berperan dalam gangguan fungsi paru.

Variabel	Keterangan	Frek	Persentase	Rata-rata	SD
Umur	31 – 40 tahun	48	61,5	32,40	5,71
Status Gizi	Gizi Baik = 18-25	67	85,9	20,7	2,42
Masa Kerja	$\geq 5$ tahun	51	69,4	5,01	1,42
Lama Paparan	$\geq 8$ jam/hari	43	55,1	7,51	1,07
APD	Tidak pakai APD	71	91,1	-	-
Kebiasaan merokok	Ya	62	79,5	-	-
Kebiasaan olahraga	Ya	40	51,3	-	-
Rutinitas olahraga	1 minggu, 1 kali	32	80,0	-	-

responden yang lama paparannya > 8 jam/hari mempunyai kapasitas fungsi parunya lebih kecil (83,14) dibandingkan dengan pekerja pengelasan yang lama kerjanya < 8 jam/hari dapat mencapai rata-rata (94,29).

**Kadar Debu Las Terhirup**

Berdasarkan hasil penelitian ini, Sebanyak 78 responden yang diukur kadar debunya menggunakan *personal dust sampler*, kadar debu terhirup oleh responden masih di bawah Nilai Ambang Batas (NAB=3 mg/m<sup>3</sup>). Dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa kadar debu terhirup responden paling tinggi adalah 2,791 mg/m<sup>3</sup> dan paling rendah adalah 0,085 mg/m<sup>3</sup>. Rata-rata kadar debu terhirup responden 0,83 mg/m<sup>3</sup> dengan standar deviasi 0,70.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Budiman<sup>(12)</sup> dan Budi Utomo<sup>(13)</sup> yang menjelaskan bahwa paparan debu terhirup yang melebihi ambang batas akan meningkatkan risiko terjadinya gangguan fungsi paru. Namun demikian, perlu diketahui bahwa kadar debu yang rendah namun lama keterpaparan terjadi dalam waktu yang lama akan dapat menimbulkan efek kumulatif sehingga pada akhirnya pekerja dapat mengalami gangguan fungsi paru<sup>(14)</sup>. Temuan dari penelitian terdahulu didukung oleh penelitian ini bahwa lama keterpaparan seorang pekerja pengelasan

berhubungan secara bermakna dengan terjadinya gangguan fungsi paru.

Debu las terhirup yang terukur dapat digunakan untuk menilai dampak negatifnya terhadap fungsi paru-paru pekerja pengelasan. Hasil analisis bivariat menggunakan uji statistik Kendall-*tau* menunjukkan hubungan yang signifikan antara kadar debu terhirup dengan gangguan fungsi paru dengan *p-value*=0,001 (*p-value*<0,05).

Mekanisme paparan debu las terhirup terhadap terjadinya gangguan fungsi paru tersebut perlu dicermati. Debu yang masuk saluran nafas menyebabkan timbulnya reaksi mekanisme pertahanan non-spesifik berupa batuk, bersin, gangguan transport mukosilier dan fagositosis oleh makrofag. Otot polos di sekitar jalan nafas dapat terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. Keadaan ini biasanya terjadi bila kadar debu melebihi nilai ambang batas.<sup>(13)</sup>

Mekanisme penimbunan debu dalam paru dapat terjadi pada saat kita bernapas dengan menarik napas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru. Jalur yang ditempuh adalah hidung, *faring*, *trakea*, *bronkus*, *bronchioli* dan *alveoli*. Partikel debu yang dapat terhirup saat bernapas berukuran antara 0,1µ - 10 µ. Pada hidung dan tenggorokan bagian bawah, ada silia yang berfungsi menahan benda asing, yang kemudian

Tabel 2. Hasil analisis Kendall-*tau* antara kadar debu terhirup dengan kapasitas fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

No	Variabel	Nilai Kendall- <i>tau</i>	Nilai ( <i>p-value</i> )	Keterangan
1	Kadar debu terhirup dengan kapasitas fungsi paru.	-0,381	0,001	Signifikan

Tabel 3. Hasil Analisis Bivariat Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Las di Kota Pontianak.

No	Variabel	X <sup>2</sup>	Nilai p-value	Odds ratio	95% CI	Keterangan
1.	Kadar Debu Terhirup	-	0,001	-	-	Signifikan
2.	Status gizi	1,002	0,448	1,981	0,510-7,688	Tidak signifikan
3.	Masa Kerja	0,623	0,609	0,653	0,226-1,889	Tidak signifikan
4.	Lama Paparan	8,588	0,008	6,321	1,663-24,026	Signifikan
5.	Penggunaan APD	0,424	1,000	2,038	0,230-18,089	Tidak signifikan

Tabel 4. Kecenderungan kadar debu terhirup berdasarkan lama paparan pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

	Lama kerja	N	Rata-rata	Std. deviasi
Debu terhirup	≥ 8 jam/hari	43	0,94484	0,120945
	< 8 jam/hari	35	0,68891	0,093333

Tabel 5. Kecenderungan kapasitas fungsi paru berdasarkan lama paparan pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

	Lama kerja	N	Rata-rata	Std. deviasi
Kapasitas paru	≥ 8 jam/hari	43	83,14	18,031
	< 8 jam/hari	35	94,29	9,724

## Gangguan Fungsi Paru

dikeluarkan bersama secret waktu bernapas. Debu yang masuk ke saluran pernapasan tergantung pada ukuran partikel debu tersebut. Ukuran partikel debu yang dapat masuk ke dalam saluran pernapasan dan dapat masuk sampai alveoli paru berukuran 1-3 mikron. Partikel kecil yang berukuran 0,1-1 mikron akan melakukan gerakan *brown*, dan ada kemungkinan membentur permukaan alveoli dan tertimbun disana. Bila debu masuk di alveoli, maka jaringan alveoli akan mengeras (fibrosis). Bila 10% alveoli mengeras akibatnya mengurangi elastisitasnya dalam menampung volume udara sehingga kemampuan mengikat oksigen menurun dan kapasitas parunya pun akan menurun.<sup>(15)</sup>

Perlu diketahui bahwa debu las terhirup mengandung logam, karena bahan dasar las yang dipanaskan sebagai bahan penyambung adalah dari unsur tembaga dan timbal yang dicampur dengan unsur lain.<sup>(16)</sup> Umumnya untuk bahan las dari paduan perunggu terdiri dari 87% tembaga, 9% timbal, 2% seng dan 2% timah yang sulit untuk terlarut dalam air sehingga akan terus terakumulasi di dalam rongga alveolus.<sup>(17)</sup> Apabila zat penyusun debu tidak mudah larut dan berukuran kecil, maka debu tersebut dapat menembus dinding alveoli, kemudian masuk ke saluran limpha atau ruangan peribronkial.<sup>(18)</sup>

Selain itu, asap debu yang mengandung logam akan menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan. Iritasi yang terjadi secara umum menyebabkan emphysema, kelainan obstruktif dan fibrosis paru.<sup>(19)</sup> *Fibrosis* yang luas timbul akibat penyatuan *nodula-nodula fibrotic*. Hal ini akan menimbulkan penurunan daya kembang paru dan penurunan semua volume paru termasuk kapasitas Vital. Beban kerja pernapasan semakin berat agar dapat mengatasi daya elastik alat pernapasan, sehingga napas menjadi cepat dan dangkal. Akibat fisiologis ventilasi yang terbatas ini adalah *hipoventilasi alveolar* dan ketidakmampuan mempertahankan tekanan gas darah normal hal ini adalah gangguan paru *restriktif*.<sup>(20)</sup>

Satu hal lain yang perlu dikaji dalam hasil penelitian ini adalah dari sampel 78 responden (pekerja las), sebanyak 19 responden (24,4%) mempunyai gangguan fungsi paru. Meskipun, kadar debu terhirup oleh responden masih dibawah Nilai Ambang Batas (NAB = 3 mg/m<sup>3</sup>), hal ini kemungkinan disebabkan dari bahan material yang digunakan, tipe dan ukuran elektrode yang digunakan, lokasi kerja, ventilasi lokal dan posisi pekerja di saat pengelasan.<sup>(21)</sup> Pendapat lain mengatakan, setiap responden yang terpapar debu tidak selalu mengalami penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor misalnya kekebalan tubuh, kekuatan responden mengeluarkan nafas dan kemampuan silia dalam menyaring debu. Faktor yang berpengaruh pada kapasitas fungsi akibat faktor debu meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat

kimiawi, lama paparan, serta faktor individual yang meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologis saluran nafas dan faktor imunologis.<sup>(2)</sup> Faktor anatomi seperti bronkus individu mempengaruhi kapasitas fungsi paru, individu yang mempunyai bronkus panjang, maka akan semakin banyak debu yang terhirup, dan semakin cepat pernafasan semakin banyak pula debu yang terhirup dan mengendap di paru-paru.<sup>(21)</sup>

Peneliti berpendapat, kemungkinan faktor potensial lain yang berupa keberadaan polutan seperti gas NOx dan gas SOx yang tentunya juga merupakan salah satu faktor yang cukup berpengaruh terhadap penurunan kapasitas fungsi paru responden meskipun kadar debu terhirup responden masih dibawah NAB (<3 mg/m<sup>3</sup>). Teori mengatakan bahwa organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NOx adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NOx akan membengkak sehingga penderita sulit bernapas dan dapat menyebabkan kematian. Hal ini disebabkan karena terjadi kerusakan silia, gangguan sekresi mucus dan gangguan fungsi makrofag alveolar serta imunitas humoral. Sedangkan gas SOx sama halnya dengan gas NOx, yaitu dapat menurunkan kapasitas fungsi paru. Mekanismenya adalah gas SOx dapat masuk ke dalam saluran pernapasan melalui mulut atau waktu menarik nafas dalam. Daya larut gas SOx yang tinggi, mengiritasi dinding bronkus sehingga terjadi peradangan dan meningkatnya produksi lendir. Gas SOx dapat pula masuk ke bronchiolus dan alveolus, mengiritasinya dan menyebabkan terjadinya peningkatan produksi lendir. Jika seseorang terpapar SOx pada konsentrasi tinggi, septa alveolar dapat rusak dan dapat menimbulkan edema paru, paparan dalam jangka waktu lama dengan konsentrasi rendah dapat mengakibatkan bronchitis kronis dan juga emphysema paru-paru sehingga berdampak pada penurunan Kapasitas Vital Paksa Detik Pertama (KVP<sub>1</sub>).<sup>(22)</sup>

Faktor lain yang dapat dibahas di penelitian ini adalah faktor dari diri responden yaitu riwayat penyakit responden. Peneliti tidak meneliti bagaimana kondisi paru responden saat belum terpapar debu dan bagaimana kondisi paru responden saat sudah terpapar debu, sehingga yang peneliti tahu adalah bagaimana kondisi paru saat dilakukan pemeriksaan saat penelitian. Karena mungkin walaupun responden bekerja di tempat yang paparan debunya kecil dan responden masih terhitung baru bekerja, namun kapasitas fungsi parunya sama dengan kapasitas fungsi paru responden yang berada di tempat berkadar debu tinggi. Dan ketika dilakukan pengukuran spirometri, responden mengalami penurunan kapasitas fungsi paru, hal ini kemungkinan dapat dikarenakan sebelumnya responden sudah memiliki riwayat penyakit paru yang berimplikasi pada penurunan kapasitas fungsi paru.

### Lama Paparan

Dalam penelitian ini lama paparan adalah lama kerja dalam sehari yang dikelompokkan menjadi dua yaitu >8 jam/hari dan <8 jam/hari. Hasil analisis bivariat dengan Chi-Square menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara lama paparan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak (nilai  $p$ -value=0,008, OR=6,321 dan 95% CI=1,663-24,02).

Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama pekerja terpapar oleh paparan akan semakin memperbesar risiko terjadinya gangguan fungsi paru. Lama kerja mengakibatkan berbedanya intensitas pajanan dan banyaknya debu yang terhirup oleh masing-masing pekerja las, sehingga pekerja las yang cukup lama terlibat dalam aktivitas pekerjaannya, berpotensi menghirup debu lebih banyak jika dibandingkan dengan pekerja las yang tidak lama terlibat dalam aktivitas pekerjaannya.<sup>(23)</sup> Sehingga hubungan yang bermakna ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama jam kerja berarti paparan debu yang terhirup juga semakin besar. Temuan di lapangan menunjukkan, dari 43 responden yang lama paparannya > 8 jam/hari hanya 16 responden yang mengalami gangguan fungsi paru, sedangkan 27 responden lainnya masih mempunyai keadaan fungsi paru yang normal. Hal demikian dimungkinkan karena keadaan bengkel kerjanya bersifat terbuka pada semua sisi, sehingga turbulensi udara menyebabkan debu terhirup dihembuskan oleh angin sehingga timbulnya gangguan fungsi paru tidak secepat pekerja yang lain dengan kondisi bengkel yang hanya sebagian yang terbuka.

Hasil penelitian ini diperkuat dengan analisis uji-T (tabel 4.17 dan 4.18) untuk melihat kecenderungan rata-rata debu terhirup pekerja las, ternyata dari hasil uji-T menunjukkan rata-rata debu terhirup lebih tinggi pada pekerja yang melakukan pengelasan e"8 jam/hari (0,94484 mg/m<sup>3</sup>), sedangkan yang bekerja <8 jam/hari rata-rata debu terhirupnya hanya (0,68891 mg/m<sup>3</sup>), hasil ini lalu dibandingkan dengan kapasitas fungsi paru pekerja las, ternyata hasilnya menunjukkan hal yang sama, yaitu pekerja las yang melakukan pengelasan e"8 jam/hari, rata-rata kapasitas parunya lebih kecil yaitu (83,14), sedangkan yang bekerja <8 jam/hari rata-rata kapasitas fungsi parunya mencapai 94,29. Sehingga dapat disimpulkan bahwa lama paparan mempunyai pengaruh terhadap kadar debu yang dihirup dan kapasitas fungsi paru pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Hal ini sesuai dengan penelitian dari Purnomo (2007) bahwa hubungan antara paparan dan efek sangat tergantung oleh tiga hal yaitu kadar debu dalam udara, dosis paparan kumulatif, dan lamanya debu berada dalam paru paru.<sup>(24)</sup>

### SIMPULAN

1. Rata-rata partikel debu terhirup (*respirable*) yang terhisap pekerja las sebesar 0,83 mg/m<sup>3</sup> masih dibawah nilai baku mutu (NAB) 3 mg/m<sup>3</sup>.
2. Mayoritas responden dalam penelitian ini adalah pekerja las yang berumur 31-40 tahun (61,5%), status gizi baik IMT 18-25 (85,9%), masa kerja e"5 tahun (69,4%), lama paparan e"8 jam/hari (55,1%), tidak menggunakan APD (91,1%), mempunyai kebiasaan merokok (79,5%), dan kebiasaan olahraga (51,3%).
3. Hasil pengukuran kapasitas fungsi paru pada pekerja las oleh ahli kesehatan kerja diperoleh bahwa pekerja las dengan kapasitas fungsi paru normal sebanyak 59 pekerja (75,6%), sedangkan yang tidak normal sebanyak 19 pekerja (24,4%).
4. Ada hubungan yang bermakna antara debu las terhirup ( $p$ -value=0,001) dan lama paparan ( $p$ -value=0,008) dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.
5. Tidak ada hubungan yang bermakna antara status gizi ( $p$ -value=0,448), masa kerja ( $p$ -value=0,609), dan penggunaan APD ( $p$ -value=1,000) dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Djajadiningrat ST, Amir HH. *Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah, dan Udara*. Yogyakarta: University Pers; 1991.
2. Yunus, F. *Dampak Debu Industri Pada Paru dan Pengendaliannya*. *Jurnal Repirologi Indonesia*. Vol 17.1997.
3. Aditama, TY. *Polusi Udara dan Kesehatan*, Jakarta, Avcan, 1992.
4. Amin, M. *Pengaruh Polusi Udara Terhadap Fungsi Paru*. *Majalah Paru*. Vol.15. Tahun 1995.
5. OSHA. *Occupational Safety and Health Guideline for Welding Fumes*. United States Department of Labour; 2010. (online). (<http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/weldingfumes/recognition.html>, diakses tanggal 11 September 2011).
6. Amelia, *Hubungan Masa Kerja Dan Karakteristik Individu Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja pengelasan Di PT X Semarang*. Semarang, 2010 (tesis).
7. Muliarta, *Perbedaan Nilai Fungsi Paru Pekerja Pengelasan Pada Awal Shift Kerja Dan Cross-Week, di Denpasar Selatan*, Unud, 2008.
8. Murti, B. *Prinsip Dan Metode Riset Epidemiologi*. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press, 2002.
9. Sastroasmoro, S, Ismael, S. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Jakarta, C.V Sagung Seto, 2002.
10. Riwidikdo H. *Statistik Kesehatan*. Jogjakarta: Mitra Cendikia Press; 2007.
11. Tranter M. *Occupational Hygiene And Risk*

## Gangguan Fungsi Paru

- Management*. Sydney: Allen & Unwin; 2004.p.2-339.
12. Budiman. *Penurunan Volume Ekspirasi Paksa Akibat Paparan Debu Kayu Pinus dan Sengon pada Tenaga Kerja PT Karya di Lampung*, Tesis diajukan kepada Program Pascasarjana Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 2003.
  13. Utomo, Budi. *Pengaruh Debu Kayu terhadap Fungsi Paru dan Faktor-faktor Risikonya di Kalangan Pekerja Industri Permebelan Kayu PT X di Surabaya*. Journal Kesehatan Vol 10. Jakarta. 1995.
  14. Sintorini, M.M, *Hubungan Antar Kadar PM10 Udara Ambien Dengan Kejadian Gejala Penyakit Saluran Pernapasan*, Tesis, PS-UI 2002.
  15. Depkes. *Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja*. Jakarta: Depkes; 2003.
  16. Soeripto. *Lingkungan Kerja Sebagai Penyebab Penyakit Paru Akibat Kerja*. Indonesian Journal of Industrial Hygiene, Occupational Health and Safety. Pusat Hiperkes. Depnaker RI. Volume XXII (1) 1989.
  17. Yunus. F, *Faal Paru dan Olah Raga*. J. Respir, Indonesia, 1997 : 17 : 100 – 5.(<http://library.usu.oc.id/modules.php?op=modload&name=downloads&file=index&reg=getit&id.83>).
  18. Rahmatullah, D, *Penyakit Paru Lingkungan Kerja. Bagian Penyakit Dalam*. FK UNDIP, Semarang, Tahun 2006.
  19. Budiono, Irwan, *Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengecatan Mobil (Studi pada Bengkel Pengecatan Mobil di Kota Semarang)*, Tesis, Universitas Diponegoro, 2007.
  20. Yeung, M.C, dkk, *Pulmonary Function Measurement In The Industrial Setting*, Chest, 1995.
  21. Kalliomaki. *Amount And Distribution Of Welding Fume Lung Contaminants Among Arc Welders*. Scand J Work Environ Health 1978;4(2):122-130.
  22. Hapsari MI. *Hubungan Kualitas Udara Ambien (Kadar Debu, NOx dan SOx) dengan Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pada Polisi Lalu Lintas di Kesatuan Lalu Lintas Polres Semarang Timur*. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro; 2008.
  23. Anggoro, Wisnu Chandra Dewi K. *Keselamatan Kerja Pada Proses Pengelasan Di Laboratorium Proses Produksi FTI-Universitas Atma Jaya*, Jurnal Teknologi Industri, Vol III, N0.4, 1999. .
  24. Purnomo, Aryanto, *Pemajanan Debu Kayu (PM2.5) dan Gangguan Saluran Pernapasan Pada Pekerja Mebel Sektor Informal*, Tesis, FKM-UI, Depok, 2007.