



JURNAL LABORATORIUM KHATULISTIWA

e-ISSN : 2597-9531

p-ISSN : 2597-9523



FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN GANGGUAN FUNGSI PARU PADA PEKERJA PENGELASAN DI KOTA PONTIANAK

✉ Slamet dan Laila Kamilla

Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Pontianak

E-mail : slamet.analis@gmail.com

Submitted : 5 Oktober 2017; **Revised** : 6 Oktober 2017; **Accepted** : 29 November 2017

Published : 30 November 2017

Abstract

One of the wastes material from the welding processs is particulate that has exposure potential to workers. This study was aimed to measure pulmonary function disorders on welding workers and factors influencing it in Pontianak City. This research was an observational research using cross sectional design, with 78 samples of worker were taken by random sampling. Data of respirable welding dust levels were obtained by measured using personal dust sampler, while pulmonary function disorder data obtained with examine the pulmonary function of workers using spirometri, and other data obtained by interview. Data analyzed by univariate and biivariate analysis with Kendall-tau and chi-square ($\alpha = 0,05$). Result of study showed that respirable dust still below threshold limit value (TLV = 3 mg/m³), the highest = 2,791 mg/m³, the lowest = 0,085 mg/m³, mean = 0,83 mg/m³ and SD = 0,70, and 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 of this study was respirable dust level and duration of exposure were potential factors of pulmonary function disorders in welding workers in Pontianak City.

Keywords: Respirable Dust, Pulmonary Function Capacity, Welding Workers, Pontianak

Salah satu bahan buangan dari proses pengelasan adalah partikulat yang berpotensi menimbulkan paparan pada pekerjaanya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Pontianak. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional*, dengan jumlah sampel 78 pekerja diambil secara *random sampling*. Data kadar debu las terhirup diukur menggunakan *personal dust sampler*, sedangkan data fungsi paru pekerja diukur menggunakan spirometri, dan untuk data lain diperoleh melalui wawancara. Analisis data dilakukan secara univariat, bivariat menggunakan uji *Kendall-tau* dan *Chi-square* ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan kadar debu terhirup masih dibawah Nilai Ambang Batas (NAB = 3 mg/m³), tertinggi = 2,791 mg/m³, terendah = 0,085 mg/m³, rata-rata = 0,83 mg/m³ dengan standar deviasi 0,70 dan sebanyak 59 responden (75,6%) mengalami gangguan fungsi paru. Hasil uji statistik menunjukkan ada hubungan yang bermakna antara kadar debu terhirup (p-value = 0,001) dan lama paparan (p-value = 0,008, OR = 6,321, 95%CI = 1,663-24,026) dengan gangguan fungsi paru. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kadar debu terhirup dan lama paparan merupakan faktor potensial terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Kata kunci: Debu Terhirup, Kapasitas Fungsi Paru, Pengelasan, 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 (Djajadiningrat, 1991).

Masuknya bahan pencemar ke udara sehingga merubah komposisi normal udara disebut dengan pencemaran udara (Yunus, 1997). 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 (Aditama, 1992).

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 (Amin, 1995). 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 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 (OSHA, 2010).

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 (OSHA, 2010).

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 (Amelia, 2010).

Penelitian dari Muliarta (2008) 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 (OSHA, 2010).

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 nafas, 5 orang menyatakan ketidaknyamanan dalam bekerja dan 5 orang menyatakan debu dari asap pengelasan dapat menimbulkan penyakit berat bahkan kematian. .

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur gangguan fungsi paru pekerja pengelasan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Pontianak. Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan *cross sectional* dimana variabel bebas dan variabel terikat yang menjadi obyek penelitian diukur dan dikumpulkan pada waktu yang bersamaan. Pendekatan ini digunakan untuk melihat hubungan antara variabel satu dengan variabel yang lain (Murti, 2002 dan Sastroasmoro, 2002).

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. Pemilihan subyek sampel dilakukan dengan teknik *random sampling*. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan: Kuesioner data pekerja digunakan untuk mengetahui faktor-faktor pekerja yang meliputi: umur, status gizi, masa kerja, lama paparan, pemakaian APD, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olahraga, Pengukuran kadar debu las dengan menggunakan *personal dust sampler* (Budiono, 2007) dan Pengukuran kapasitas fungsi paru dengan menggunakan alat spirometer. Teknik analisa data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Distribusi frekuensi umur responden pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Umur responden	F	%	Mean	SD	Min	Max
31 – 40 tahun	48	61,5	35,17	3,244	31	40
20 – 30 tahun	30	38,5	26,80	2,172	22	30
Jumlah	78	100				

Sebanyak 78 responden yang diukur kadar debunya menggunakan *personal dust sampler*, kadar debu terhirup oleh responden masih dibawah Nilai Ambang Batas (NAB=3 mg/m³) berdasarkan *National Occupational Health and Safety Commission* (NOHSC) (Tranter, 2004). Dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa

kadar debu terhirup responden paling tinggi adalah 2,791 mg/m³ dan paling rendah adalah 0,085 mg/m³. Rata-rata kadar debu terhirup responden 0,83 mg/m³ dengan standar deviasi 0,70.

Sebanyak 48 responden (61,5%) berumur antara 31-40 tahun. Dalam analisis univariat ini juga dapat diketahui bahwa umur reponden yang paling tua adalah berumur 40 tahun dan paling muda adalah 22 tahun. Rata-rata umur responden dalam penelitian ini adalah 32,40 tahun dengan standar deviasi 5,71.

Tabel 2. Distribusi frekuensi status gizi responden pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Status gizi responden	F	%	Mean	SD	Min	Max
Gizi Kurang/ Lebih = (<18 dan >25)	11	14,1	19,493	3,89	17,01	25,60
Gizi Baik = 18-25	67	85,9	20,993	2,06	18,06	24,65
Jumlah	78	100				

Sebanyak 67 responden (85,9%) mempunyai status gizi baik (IMT 18-25). Dalam analisis univariat ini juga dapat diketahui rata-rata status gizi responden 20,7 (normal) dengan standar deviasi 2,42.

Tabel 3. Distribusi frekuensi masa kerja responden pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Masa kerja responden	F	%	Mean	SD	Min	Max
≥5 tahun	51	69,4	5,84	0,925	5	8
<5 tahun	27	31,6	3,44	0,698	2	4
Jumlah	78	100				

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa sebanyak 51 responden (69,4%) mempunyai masa kerja ≥5 tahun . Dalam analisis univariat ini juga dapat diketahui rata-rata masa kerja responden 5,01 tahun dan standar deviasi 1,42.

Tabel 4. Distribusi frekuensi lama paparan responden pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Lama paparan responden	F	%	Mean	SD	Min	Max
≥8 jam/hari	43	55,1	8,30	0,513	8	10
<8 jam/hari	35	44,9	6,54	0,741	4	7
Jumlah	78	100				

Sebanyak 43 responden (55,1%) mengalami lama paparan ≥ 8 jam/hari. Dalam analisis univariat ini juga dapat diketahui rata-rata lama paparan yang dialami responden 7,51 jam/hari dan standar deviasi 1,07.

Tabel 5. Distribusi frekuensi penggunaan APD pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Penggunaan APD	F	%
Tidak	71	91,1
Ya	7	8,9
Jumlah	78	100

Sebanyak 71 responden (91,1%) dikategorikan tidak menggunakan pelindung diri (masker).

Tabel 6. Distribusi frekuensi kebiasaan merokok pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Kebiasaan merokok	F	%
Ya	62	79,5
Tidak	13	20,5
Jumlah	78	100

Sebanyak 62 responden (79,5%) mempunyai kebiasaan merokok.

Tabel 7. Distribusi frekuensi kebiasaan olahraga pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Kebiasaan olahraga	F	%
Tidak	38	48,7
Ya	40	51,3
Jumlah	78	100

Sebanyak 40 responden (51,3%) mempunyai kebiasaan berolahraga (jenis olahraganya futsal dan jogging).

Tabel 8. Distribusi frekuensi rutinitas olahraga pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak

Rutinitas olahraga	F	%
1 minggu, 1 kali	32	80,0
1 minggu, > 1 kali	8	20,0
Jumlah	40	100

Sebanyak 32 responden (80,0%) mempunyai rutinitas berolahraga 1 minggu, 1 kali.

Tabel 9. Distribusi frekuensi gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

Gangguan fungsi paru	F	%
Ada gangguan	19	24,4
Normal	59	75,6
Jumlah	78	100

Sebanyak 59 responden (75,6%) tidak mengalami gangguan fungsi paru (normal).

Tabel 10. Hasil Analisis Bivariat Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Las di Kota Pontianak.

Variabel	X ²	Nilai p-value	Odds ratio	95% CI	Keterangan
Kadar Debu Terhirup	-	0,001	-	-	Signifikan
Status gizi	1,002	0,448	1,981	0,510-7,688	Tidak signifikan
Masa Kerja	0,623	0,609	0,653	0,226-1,889	Tidak signifikan
Lama Paparan	8,588	0,008	6,321	1,663-24,026	Signifikan
Penggunaan APD	0,424	1,000	2,038	0,230-18,089	Tidak signifikan

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

Rangkuman analisis bivariat paparan debu las terhirup dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak, 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/m³). Dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa kadar debu terhirup responden paling tinggi adalah 2,791 mg/m³ dan paling rendah adalah 0,085 mg/m³. Rata-rata kadar debu terhirup responden 0,83 mg/m³ dengan standar deviasi 0,70. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Budiman (2003) dan Budi Utomo (Utomo,1995) 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 (Utomo, 1995). 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 $p\text{-value} = 0,001$ ($p\text{-value} < 0,05$).

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. (Utomo, 1995). 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 $0,1\mu - 10\mu$. Pada hidung dan tenggorokan bagian bawah, ada silia yang berfungsi menahan benda asing, yang kemudian 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 ke-

mampuan mengikat oksigen menurun dan kapasitas parunya pun akan menurun (Depkes, 2003).

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 (Soeripto, 1989) 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 (Yunus, 1997). Apabila zat penyusun debu tidak mudah larut dan berukuran kecil, maka debu tersebut dapat menembus dinding alveoli, kemudian masuk ke saluran limfa atau ruangan peribronkhial (Rahmatullah, 2006).

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 (Budiono, 2007). *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* (Yeung, 1995).

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^3), 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 (Kalliomaki, 1978). 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 (Yunus, 1997). 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 (Kalliomaki, 1978).

Peneliti berpendapat, kemungkinan faktor potensial lain yang berupa keberadaan polutan seperti gas NO_x dan gas SO_x 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/m³). Teori mengatakan bahwa organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO_x adalah paru-paru. Paru-paru yang terkontaminasi oleh gas NO_x 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 SO_x sama halnya dengan gas NO_x, yaitu dapat menurunkan kapasitas fungsi paru. Mekanismenya adalah gas SO_x dapat masuk ke dalam saluran pernapasan melalui mulut atau waktu menarik nafas dalam. Daya larut gas SO_x yang tinggi, mengiritasi dinding bronkus sehingga terjadi peradangan dan meningkatnya produksi lendir. Gas SO_x dapat pula masuk ke bronchiolus dan alveolus, mengiritasinya dan menyebabkan terjadinya peningkatan produksi lendir. Jika seseorang terpapar SO_x 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 (KVP₁) (Hapsari, 2008).

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.

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 paparan 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 (Anggoro, 1999). 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 3 dan 4) untuk melihat kecenderungan rata-rata debu terhirup pekerja las, tern

yata dari hasil uji-T menunjukkan rata-rata debu terhirup lebih tinggi pada pekerja yang melakukan pengelasan ≥ 8 jam/hari ($0,94484 \text{ mg/m}^3$), sedangkan yang bekerja < 8 jam/hari rata-rata debu terhirupnya hanya ($0,68891 \text{ mg/m}^3$), hasil ini lalu dibandingkan dengan kapasitas fungsi paru pekerja las, ternyata hasilnya pun menunjukkan hal yang sama, yaitu pekerja las yang melakukan pengelasan ≥ 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 paruparu (Purnomo, 2007).

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Rata-rata partikel debu terhirup (*respirable*) yang terhisap pekerja las sebesar $0,83 \text{ mg/m}^3$ masih dibawah nilai baku mutu (NAB) 3 mg/m^3 . 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 ≥ 5 tahun (69,4%), lama paparan ≥ 8 jam/hari (55,1%), tidak menggunakan APD (91,1%), mempunyai kebiasaan merokok (79,5%), dan kebiasaan olahraga (51,3%). 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%). Ada hubungan yang bermakna antara debu las terhirup ($p\text{-value} = 0,001$) dan lama paparan ($p\text{-value} = 0,008$) dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak. Tidak ada hubungan yang bermakna antara status gizi ($p\text{-value} = 0,448$), masa kerja ($p\text{-value} = 0,609$), dan penggunaan APD ($p\text{-value} = 1,000$) dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengelasan di Kota Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia. (2010). *Hubungan Masa Kerja Dan Karakteristik Individu Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja pengelasan Di PT X Semarang*. Semarang, (tesis).
- Aditama, TY. (1992). *Polusi Udara dan Kesehatan*, Jakarta, Avcan,
- Alsagaff, H, *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah Dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS)*, Airlangga University Press, Surabaya, 1999.
- Amin.M. (1995). *Pengaruh Polusi Udara Terhadap Fungsi Paru*. Majalah Paru. Vol.15. Tahun 1995.
- Anggoro, Wisnu Chandra Dewi K. (1999). *Keselamatan Kerja Pada Proses Pengelasan Di Laboratorium Proses Produksi FTI-Universitas Atma Jaya*, Jurnal Teknologi Industri, Vol III, N0.4,
- Anonim. *Kanker Paru-Paru*. (1994). (online), (http://canhope.org/bahasa_indonesia/education/lung-cancer) diakses tanggal 11 September 2011).
- Anonim. *Pulmonary Function Testing*. (2010). (<http://www.clevelandclinicmeded.com/medicalpubs/diseasemanagement/pulmonary/pulmonary-function-testing/>). diakses tanggal 11 Januari 2011).
- Antaruddin. (2003). *Pengaruh Debu Padi Pada Faal Paru Pekerja Kilang Padi yang Merokok dan Tidak Merokok*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara (USU) Digital Library;
- Arthur CG, Hall JE. (1997). *Fisiologi Kedokteran*. Setiawan I, editor. Jakarta: EGC,;
- Astrand. (1970). *Text Book of Work Physiology*. New York: mcGraw-Hill;
- Budiman. (2003). *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.
- Budiono, Irwan. (2007). *Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Penge*

- catan Mobil (Studi pada Bengkel Pengecatan Mobil di Kota Semarang)*, Tesis, Universitas Diponegoro,
- Depkes. (2003). *Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja*. Jakarta: Depkes;
- Djajadiningrat ST, Amir HH. (1991). *Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah, dan Udara*. Yogyakarta: University Pers;
- Fardiaz, *Polusi dan Udara*, Bogor. Diterbitkan Dalam Kerjasama Dengan Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, 1992.
- Habsari. N.D, *Penggunaan APD bagi Tenaga Kerja*. Semarang. Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja, UNDIP, 2003.
- Hall, Guyton. *Text Book of Medical Physiology*. New York: W B Saunders Company; 1996.
- 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.
- Harington G. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Jakarta: EGC; 2003.
- Ikhsan M. *Penataklasanana Penyakit Paru Akibat Kerja*. Jakarta: UIPress; 2002.
- Kalliomaki. *Amount And Distribution Of Welding Fume Lung Contaminants Among Arc Welders*. Scand J Work Environ Health 1978;4(2):122-130.
- Kemdiknas. *Struktur Anatomi Paru-Paru*. 2011, (online), (http://belajar.kemdiknas.go.id/modules/gallery/player/image_player.php?id=174&jns=2) diakses tanggal 11 September 2011).
- Kusnoputranto, H, *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Jakarta. Universitas Indonesia Bekerjasama dengan Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan Depdikbud, 1995.
- Lemeshow.S, Hosmer.D.W, Klar.J. *Adequacy of Sample Size In Health Studies* (terj Dibyio Pramono), Yogyakarta. Cetakan I. Gadjah Mada University Press, 1997.
- Lestari, K.. *Pengaruh Paparan Debu Terhadap Fungsi Paru Tenaga Kerja Plywood*. Jakarta . Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. XXXIII, 2001.
- Mangkunegoro, H, *Diagnosis dan Penilaian Cacat Pada Penyakit Paru Kerja*, Jakarta. Bagian Pulmonologi FK-UI Unit Paru RS Persahabatan Balai Penerbit UI, 2003.
- Mannopo. A, *Merokok dan Kanker Paru*. Majalah Kedokteran Indonesia ; Vol. 37 No. 10, 1987.
- Matusiak J, wycislk A. *Methodology And Laboratory Testing Stands For Determination The Welding Fumes Due To Arc Welding Of Steels*. Journal of Engineering Annals of Faculty of Engineering Hunedoara 2009, Fascicule 1. 2009;(ISSN 1548-2665).
- Medical Grace. Koko Legend. *Spirometer*. 1994, (online), (<http://gracemed.net/>) diakses tanggal 11 Desember 2011).
- Muliarta, *Perbedaan Nilai Fungsi Paru Pekerja Pengelasan Pada Awal Shift Kerja Dan Cross-Week, di Denpasar Selatan*, Unud, 2008.
- Murti.B. *Prinsip Dan Metode Riset Epidemiologi*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press, 2002.
- OSHA. *Occupational Safety and Health Guideline for Welding Fumes*. United States Department of Labour; 2010. (online). (<http://www.osha.gov/SLTC/health-guidelines/weldingfumes/recognition.html>), diakses tanggal 11 September 2011).
- Pearce E. *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2002.
- Pearce, E, *Anatomi dan Fisiologi Kedokteran*. Alih Bahasa dr. Irawati Setiawan, dr LMA Ariata Tengadi dan dr. Alex Santoso, Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran EGC, , 1997.
- Pervez S. *Investigation Of Personal-Indoor-Outdoor Particulate Relationships In Welding Workshop*. Journal of scientific & industrial research 2005;vol.64 june 2005,pp.454-458.
- Pope C. (2003). *Respiratory Health and PM10 Pollution Am Rev Respiratory Desease*, New York,

- Price S. (1995). *Patofisiologi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran;
- Purnomo, Aryanto. (2007). *Pemajanan Debu Kayu (PM2.5) dan Gangguan Saluran Pernapasan Pada Pekerja Mebel Sektor Informal*, Tesis, FKM-UI, Depok, 2007.
- Rahmatullah, D. (2006). *Penyakit Paru Lingkungan Kerja*. Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP, Semarang, Tahun 2006.
- Riwidikdo H. (2007). *Statistik Kesehatan*. Jogjakarta: Mitra Cendikia Press;
- Santoso.S. (2000). *Mengolah Data Statistik Secara Profesional*. Jakarta. PT.Gramedia,
- Sastroasmoro.S, Ismael.S. (2002). *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Jakarta C.V Sagung Seto,
- Siew. (2008). *Exposure To Iron And Welding Fumes And The Risk Of Lung Cancer*. Scand J work Environ health;34(6):444-450.
- Sintorini, M.M. (2002). *Hubungan Antar Kadar PM10 Udara Ambien Dengan Kejadian Gejala Penyakit Saluran Pernapasan*, Tesis, PS-UI
- Soeripto. (1989). *Lingkungan kerja sebagai penyebab penyakit paru akibat kerja*. Indonesian Journal of Industrial Hygiene, Occupational Health and Safety. Pusat Hiperkes. Depnaker RI. Volume XXII (1)
- Sridhar, Mangalan.(1999) *Nutrition and health lung*. In : *Clinical Nutritional and Metabollism Group Symposium on Nutrition and Lung Health*. The Summer Meeting of the Nutrition Society. University of Surrey. Proceeding of the Nutrition Society
- Subiantoro Sony.(2000). *Pengaruh Asap Rokok Terhadap Fungsi Fagositosis PMN dan Refractory Periadontitis*. JBP Vol. 2,
- Sugiyono. (2003). *Statistik untuk Penelitian*. Bandung. Alfabeta.:93-113.
- Sugiyono. (2002). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung, Alfabeta,
- Suma'mur P.K. (1998). *Hygiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Jakarta.CV Ha-jimasagung;
- Tabrani. W.H. (1996). *Ilmu Penyakit Paru*. Lektor Fisiologi dan Biokimia Universitas Riau Direktur Chest Clinic Pekanbaru, Cetakan I, Tahun 1996.
- Tranter M. (2004). *Occupational Hygiene And Risk Management*. Sydney: Allen & Unwin;p.2-339.
- Utomo, Budi. (1995). *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.
- Warka, K, and Warner F.C, *Air Pollution, Its Origin and Control*, Second Edition, Harper & Row Pb.
- Wijaya M. (1992). *Penilaian Dampak Debu Di Lingkungan Kerja Pabrik Semen Terhadap Paru Pekerja*. Jakarta. Tesis P2SSK3 Hyperkes Medik UI,
- Yeung, M.C, dkk. (1995). *Pulmonary Function Measurement In The Industrial Setting*, Chest,
- Yunus,F. (1997). *Dampak Debu Industri Pada Paru dan Pengendaliannya*. *Jurnal Rapirologi Indonesia*. Vol 17.
- Yunus. F. (1997). *Faal Paru dan Olah Raga*. J. Respir, Indonesia, : 17 : 100 – 5.(<http://library.usu.oc.id/modules.php?op=modload&name=downloads&file=index®=getit&id.83>).