

Kajian Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan Di Kecamatan Mertoyudan Kabupaten Magelang.

A Study on Pulmonary Function Disorders among Welders at Sub District of Mertoyudan in the District of Magelang.

Endang Sukawati, Onny Setiani, Nurjazuli

ABSTRACT

Background: Welders are at high risk for suffering from pulmonary function disorders. A preliminary study revealed that as many as 50% of welders suffered from this kind of disease. This study aimed to explain risk factors associated with the occurrence of pulmonary function disorders among welders in their workshops.

Methods: It was observational research with cross-sectional approach. Number of samples were 47 welders working at industries. Pulmonary function testing was measured using Spirometer Lab III. While, dust levels inside workplace were measured using Low Volume Sampler (LVS).

Results: Factors of dust levels ($p=0.475$; $PR=1.278$), duration of exposure ($p=0.697$; $PR=1.231$), nutritional status ($p=0.077$; $PR=1.913$) and number of cigarettes more than 9 rods a day ($p=0.037$; $PR=1.765$) had no significant association with pulmonary function disorders. On the other hand, factors of age ($p=0.011$; $PR=1.965$), length of work more than 5 years ($p<0.001$; $PR=9.257$), length of smoking ($p=0.024$; $PR=1.878$) had significant association with pulmonary function disorders. Furthermore, multivariate analysis showed that the length of work more than 5 years was the most dominant variables influencing pulmonary function disorders ($p=0.007$ and $Exp(B)$ with $95\%CI=24,158 (2.348 - 248.516)$).

Conclusion: Welders who have been working more than 5 years are 24 times as likely to have pulmonary function disorders as those who have been working less than or equal to 5 years.

Keywords: Dust Levels, Pulmonary Function Disorders

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu kegiatan untuk menyatukan dua bagian logam dengan menggunakan sumber panas dari bahan bakar sehingga terbentuk suatu ikatan yang permanen.¹ Berbagai polutan hasil industri pengelasan yang berupa gas dan partikulat dapat berisiko terhadap kesehatan manusia. Asap pengelasan yang terbentuk saat proses pengelasan terdiri dari berbagai campuran logam seperti besi (Fe), Mangan (Mn), kromium (Cr) dan Nikel (Ni).² Efek pernapasan pada pekerja pengelasan antara lain adalah bronkhitis, iritasi saluran napas, demam asap logam dan perubahan fungsi paru.³

Berbagai faktor timbulnya gangguan pada saluran napas akibat debu dapat disebabkan oleh debu yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi serta lama paparan.^{4,5} Penilaian paparan pada manusia perlu dipertimbangkan antara lain sumber paparan, jenis paparan, lama paparan, paparan dari sumber lain. Pola aktifitas sehari-hari dan faktor penyerta yang potensial seperti umur, jenis kelamin, etnis, kebiasaan merokok dan faktor alergen.⁵

Dalam proses pengelasan bermacam-macam bahaya yang akan dihadapi juru las (welder) selama bekerja, seperti radiasi, panas, api, ledakan, asap-asap beracun, bahaya mekanik dan manual, termasuk penggunaan oksigen, asetilin, listrik, bahan kimia dan pelarut yang berguna sebagai penunjang dalam pengelasan.⁶ Salah satu bahaya yang harus diwaspadai adalah asap las (*fume*) pengelasan. Asap las (*fume*) yang ada selama pengelasan terutama terdiri dari oksida logam. Asap ini terbentuk ketika uap logam terkondensasi dan teroksidasi. Ashby (2002) mengatakan bahwa *fume* merupakan partikel solid yang berasal dari *welding consumable* yakni logam dasar dan pelapis yang menutupinya.⁷

Salah satu risiko bahaya yang dihadapi oleh tenaga kerja pengelasan di lingkungan kerja yang penuh debu, uap, gas dan lainnya, selain mengganggu produktivitas kerja juga akan mengganggu kesehatan. Hal ini sering menyebabkan gangguan pernapasan ataupun dapat mengganggu fungsi paru.⁸ Dalam kondisi tertentu, debu merupakan bahaya yang dapat menyebabkan pengurangan kenyamanan kerja, gangguan penglihatan, gangguan fungsi faal paru,

Endang Sukawati, S.KM, M.Kes, Dinas Kesehatan Magelang
dr. Onny Setiani, Ph.D, Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP
Dr. Nurjazuli, SKM, M.Kes, Program Magister Kesehatan Lingkungan UNDIP

bahkan dapat menimbulkan keracunan umum. Debu juga dapat menyebabkan kerusakan paru dan fibrosis bila terinhalasi selama bekerja dan terus menerus. Bila pengerasan alveoli mencapai 10% akan terjadi penurunan elastisitas paru menyebabkan kapasitas vital paru akan menurun dan dapat mengakibatkan berkurangnya suplai oksigen ke dalam jaringan otak, jantung dan bagian-bagian tubuh lainnya.⁹

Debu dalam asap las besarnya berkisar antara 0,2 µm sampai dengan 3 µm.¹⁰ Komposisi kimia dari debu asap las tergantung dari jenis pengelasan dan elektroda yang digunakan. Bila elektroda jenis hydrogen rendah, di dalam debu asap akan terdapat fluor (F) dan oksida kalium (K₂O). Dalam pengelasan busur listrik tanpa gas, asapnya akan banyak mengandung oksida magnesium (MgO).¹⁰ Menurut data dari Dinas Perinkop. Kabupaten Magelang, home Industri Informal milik perorangan dalam bidang pengelasan sebanyak sebanyak 121 lokasi yang tersebar di Kabupaten Magelang.¹¹ Home industri pengelasan paling banyak ada di wilayah Kecamatan Mertoyudan sebanyak 25 lokasi dan jumlah pekerja 110 orang pekerja.

Dari hasil studi pendahuluan yang penulis lakukan terhadap 10 pekerja pada industri pengelasan di wilayah Kecamatan Mertoyudan, penulis mendapatkan informasi bahwa selama bekerja pada bengkel pengelasan tidak pernah dilakukan pemeriksaan rutin secara berkala oleh pemilik home industri pengelasan. Kemudian penulis mencoba melakukan pemeriksaan kapasitas fungsi paru terhadap 10 orang pekerja pada industri pengelasan. Dari 10 orang pekerja tersebut, yang mengalami gangguan batuk dan flu sebanyak 6 orang (60%); mengalami gangguan batuk, flu dan sesak napas sebanyak 2 orang (20%). Setelah dilakukan pemeriksaan dengan Spirometri Lab III oleh Balai Kesehatan Pemeriksaan Paru Magelang (BKPM) didapatkan hasil sebanyak 5 orang (50%) mengalami gangguan fungsi paru dan 5 orang (50%) dengan fungsi paru normal.

Sehingga dari hasil studi pendahuluan tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap pekerja pengelasan di wilayah Kecamatan Mertoyudan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang kami lakukan pada pekerja industri pengelasan, dengan hasil 5 orang (50%) terdapat gangguan fungsi paru dan 5 orang (50%) Normal. Maka keadaan ini jika diabaikan, maka penyakit akibat kerja dari sektor informal yaitu industri pengelasan akan semakin meningkat, sehingga bagi pekerja sektor informal pada industri pengelasan perlu dilaksanakan pemeriksaan kesehatan secara berkala.

MATERI DAN METODE

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.^{12,13}

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja industri pengelasan sebanyak 110 orang yang bekerja di industri pengelasan di kecamatan Mertoyudan. Sampel pekerja yang diambil dalam penelitian ini dengan mempertimbangkan pekerja yang tidak menderita penyakit paru dan ISPA. Sampel diambil menggunakan metode *purposive sampling*.

Pengukuran fungsi paru dilakukan dengan menggunakan spirometer, pengukuran debu dilakukan dengan *Low Volume Sampler (LVS)*, pengukuran status gizi (*microtoise* untuk penilaian tinggi badan) dan timbangan badan *portable* (penilaian berat badan). Sedangkan data karakteristik responden yang meliputi umur, masa kerja, lama paparan, lama merokok, jumlah rokok per hari dilakukan dengan wawancara menggunakan kuesioner terstruktur.

Analisis data penelitian dilakukan secara Univariat, bivariat dan multivariat. Analisis data univariat dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik pekerja. Analisis Bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan kadar debu, umur, masa kerja, lama paparan, lama merokok dan jumlah rokok perhari dengan gangguan fungsi paru dengan uji statistik non parametrik *Tau Kendal* dan *chi square*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Mertoyudan merupakan bagian dari Kota Kecamatan di Kabupaten Magelang, dengan luas wilayah Kecamatan 45,33 km² yang terdiri dari 13 desa/ kelurahan. Dengan ketinggian kurang lebih 343 m dari permukaan laut.

Berdasarkan hasil penelitian ini, sebanyak 47 pekerja yang dilakukan penelitian dengan 19 lokasi bengkel pengelasan. Kadar debu diukur dengan *Low Volume Sampler (LVS)*.

Jam kerja bervariasi dan tidak memiliki aturan yang ketat. Jam kerja terpendek dimulai pukul 08.00 – 15.00 WIB. Kemudian ada yang mulai jam 08.00 – 16.00 WIB dan ada yang mulai jam 8.00 – 17.00 WIB. Apabila industri pengelasan tersebut mendapatkan pesanan semakin banyak, maka pekerja akan dipekerjakan lebih lama dari biasanya dan mengambil jam lembur.

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar industri pengelasan menggunakan alat inverter (trafo las) yang memiliki arus positif dan negative dengan sumber tenaga listrik. Dalam penggunaannya trafo ini dapat digunakan untuk memperbesar dan mengatur kuat arus sesuai dengan keperluannya.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pemeriksaan kapasitas fungsi paru pekerja, jumlah debu pada pekerja, pengukuran tinggi badan / berat badan dan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner dengan pekerja las yang terpilih menjadi sampel dalam penelitian ini.

Kajian Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan

Analisis Univariat

Dari Tabel.1 dapat dilihat bahwa kadar debu pada bengkel las berkisar antara 0,248 mg/m³ sampai dengan 2,083 mg/m³. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor : Per.13/Men/ X/ 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja adalah 10 mg/m³, sehingga semua bengkel Las di Kecamatan

Mertoyudan memiliki kadar debu yang memenuhi syarat.

Dari tabel 1 juga dapat dilihat pekerja memiliki rerata umur 29,89; masa kerja 9,13 tahun; lama paparan 8,06 jam; Indek Masa Tubuh (IMT) 22,25; lama merokok 10,21 tahun; jumlah rokok 13 batang/hr; kapasitas paru 77,45 dan Rerata kadar debu 1,18 mg/m³.

Tabel 1 : Distribusi Frekuensi Variable Pekerja Las Pada Bengkel Pengelasan di Kecamatan Mertoyudan Kabupaten Magelang

Variabel	Hasil			
	Mean	SD	Median	Min-maks
Umur (tahun)	29,89	± 4,76	29,00	22 – 40
Masa kerja (tahun)	9,13	± 4,92	8,00	3 – 22
Lama paparan (jam)	8,06	± 0,64	8,00	7 – 9
IMT (BB/m ²)	22,25	± 3,01	23,7	17,6 – 25,6
Lama merokok (tahun)	10,21	± 6,18	9,00	3 – 31
Jumlah rokok (btg)	13,36	± 4,77	12,00	6 – 24
Kapasitas Paru (%)	77,45	± 15,23	68,00	57 – 99
Kadar debu (mg/m ³)	1,18	± 0,49	1,24	0,25 – 2,08

Analisis Bivariat

Tabel 2 : Rangkuman Hasil Analisis Bivariat Kadar debu, Karakteristik Responden, dengan Gangguan Fungsi Paru

Variabel	Nilai p	PR (95% CI)	Keterangan
Kadar Debu	0,475	1,278 (0,788 – 2,071)	Tidak Signifikan
Umur	0,011*	1,965 (1,228 – 3,144)	Signifikan
Masa Kerja	< 0,001*	9,257 (1,405 – 60,981)	Signifikan
Lama Paparan	0,697	1,231 (0,590 – 2,569)	Tidak Signifikan
Status Gizi	0,077	1,913 (1,167 – 3,137)	Tidak Signifikan
Lama Merokok	0,024*	1,878 (1,117 – 3,160)	Signifikan
Jumlah Rokok	0,037	1,765 (1,135 – 2,744)	Tidak Signifikan

Hubungan umur dengan gangguan fungsi paru

Tabel 2 menunjukkan bahwa ada hubungan umur dengan gangguan fungsi paru dengan nilai p (*value*) < 0,001 dengan nilai PR 95% CI = 1,965 (1,228 – 3,144). Seiring dengan bertambahnya umur, kapasitas fungsi paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur >30 tahun rata-rata 3000 ml s/d 3500 ml dan orang yang berusia >50 tahun kapasitas paru <3000 ml.¹⁴

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Markku Huvinen dan Jukka Uitti¹⁵⁾ yang menyatakan bahwa umur berpengaruh dalam penurunan fungsi paru.

Perubahan fungsi paru yang berhubungan dengan umur disebabkan karena perubahan bentuk dada yang disebabkan oleh osteoporosis dan vertebra

fraktur. Elastisitas paru menurun karena berbagai paparan atau penyakit paru sebelumnya.¹⁶

Hubungan masa kerja dengan gangguan fungsi paru

Masa kerja pada pekerja pengelasan minimal bekerja selama 3 tahun dan maksimal 22 tahun. Pada analisis bivariat (Tabel 2) menggunakan uji *Tau Kendal* diperoleh nilai p (*value*) < 0,001 dengan PR 95% CI = 9,257 (1,405 – 60,981). Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan gangguan fungsi paru. Sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama pekerja terpapar oleh paparan debu, akan memperbesar risiko terjadinya gangguan fungsi paru.¹⁷

Hasil analisis multivariat (tabel 3) dengan menggunakan regresi logistik, bermakna secara statistik (*variables in the equation*) masa kerja (>5 tahun), menunjukkan nilai p (*value*) 0,007 Exp (B) dengan 95%CI = 24,158 (2,348 – 248,516). Secara statistik pekerja dengan masa kerja >5 tahun mempunyai risiko untuk terjadinya gangguan fungsi paru sebesar 24 kali lebih besar dari pada pekerja dengan masa kerja ≤5 tahun.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Meo, Sultan dkk¹⁸⁾ yang menunjukkan penurunan yang signifikan dari nilai rata-rata FEV1 dan FEV1/FVC% pada pekerja las dengan masa kerja >5 tahun. Analisis regresi menunjukkan korelasi positif yang signifikan untuk nilai r yang ditemukan untuk FEV1 (p <0,005),% rasio FEV1 / FVC (p <0,005), dan PEF (p <0,001).

Tabel 3: Hasil Analisis Regresi Logistik Umur, Masa Kerja, Lama Merokok, dengan Gangguan Fungsi Paru

Variabel	B	Sig	Exp B	95% CI	
				Lower	Upper
Umur	0,078	0,435	2,407	0,265	21,834
Masa Kerja	3,185	0,007	24,158	2,348	248,516
Lama merokok	0,010	0,992	1,010	0,119	8,570

Hubungan lama merokok dengan gangguan fungsi paru

Dalam penelitian ini semua pekerja pada bengkel pengelasan di wilayah kecamatan Mertoyudan semua merokok. Minimal pekerja merokok selama 3 tahun dan maksimal 31 tahun. Hasil analisis bivariat (Tabel 2) menggunakan uji Tau Kendal menunjukkan nilai p (*value*) <0,001, dengan uji *chi square* memiliki nilai p (*value*) 0,024 dengan 95% CI 1,878 (1,117-3,160) yang menunjukkan bahwa ada hubungan antara lama merokok dengan gangguan fungsi paru.

Tenaga kerja yang mempunyai kebiasaan merokok dapat mempunyai risiko atau pemicu timbulnya keluhan subyektif saluran pernapasan dan gangguan ventilasi paru pada tenaga kerja. Asap rokok merangsang sekresi lender dan nikotin akan melumpuhkan silia pada jalan napas, sehingga fungsi pembersihan jalan napas terhambat. Mengakibatkan sekresi lender menumpuk yang akan menyebabkan batuk, banyak dahak serta sesak napas.¹⁹

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jonathan Foulds yang menyatakan bahwa Merokok mempercepat penurunan nilai FEV-1, yang menyebabkan kecacatan dan kematian di usia muda, khususnya yang rentan terhadap COPD. Kerusakan paru-paru dimulai sekitar usia 35 yaitu setelah 20 tahun merokok. Perokok memiliki risiko meninggal 13 kali akibat PPOK daripada bukan perokok.²⁰

Hasil uji statistik kadar debu dengan gangguan fungsi paru

PEMBAHASAN

Hasil analisis bivariat (Tabel 2) menggunakan uji *Tau Kendall* didapatkan nilai p (*value*) 0,314; dan hasil analisis menggunakan *chi square* didapatkan nilai p (*value*) 0,475 dengan 95% CI = 1,278 (0,788 – 2,071) hal ini menunjukkan tidak ada hubungan antara kadar debu dengan gangguan fungsi paru. Hal ini

tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Balkhyour.M. Ahmed and Goknil M. Kholid yang mengatakan bahwa pekerja yang terpapar debu pengelasan dapat meningkatkan risiko pernapasan.²¹

Kadar debu ruang kerja pengelasan dalam penelitian ini menunjukkan masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB), sehingga paparan debu tidak berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru. Nilai Ambang Batas (NAB) untuk debu ruang kerja adalah 10 mg/m³.²²

Hubungan lama paparan dengan gangguan fungsi paru

Lama paparan adalah pekerja yang bekerja pada industri pengelasan dalam satu harinya. Minimal 7 jam /hari dan maksimal 9 jam/hari. Hasil uji *Tau Kendall* mendapatkan nilai p (*value*) 0,326, dan hasil analisis bivariat menggunakan uji *chi square* memperoleh nilai p (*value*) 0,697 dengan PR 1,231 dengan 95%CI= 0,590 – 2,569. variabel ini dianggap tidak menyebabkan gangguan fungsi paru. Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Deviandhoko yang menyatakan bahwa lama paparan akan menyebabkan gangguan fungsi paru.²³ Hal ini dapat disebabkan paparan dengan debu pada ruang kerja masih berada dibawah Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu <10 mg/ m³ setiap harinya.²²

Hubungan status gizi dengan gangguan fungsi paru

Pada analisis univariat rerata Indek Masa Tubuh (IMT) 22,25; IMT minimal 17,6 dan maksimal 25,6. Pada analisis bivariat (Tabel 2) menggunakan uji Tau Kendal nilai p (*value*) 0,077, hal ini menunjukkan bahwa Indek Masa Tubuh (status Gizi) tidak berhubungan dengan gangguan fungsi paru; walaupun pada uji *chi square* menunjukkan nilai p (*value*) 0,017 dengan 95% CI = 1,913 (1,167 – 3,137).

Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jones RL, et al²⁴⁾ dan Pelosi P, et al²⁵⁾ yang menyatakan ada hubungan linier yang signifikan antara IMT dengan kapasitas dan kapasitas paru total, FRC (*Functional Residual Capacity*) atau kapasitas residual fungsional dan ERV (*Expiratory Reserve Volume*) atau volume cadangan ekspirasi menurun dengan IMT meningkat. Tingkat perubahan terbesar dari perubahan FRC dan ERV terjadi pada kelebihan berat badan atau obesitas ringan. Pada IMT 30 kg/m², FRC dan ERV hanya 75% dan 47%. Hal ini dikarenakan adanya kurva tekanan volume dinding dada pada recoil yang disebabkan penurunan volume toraks pada pasien dengan IMT lebih tinggi, sehingga kapasitas vital paru menurun.²³⁾ Dalam penelitian ini relatif memiliki IMT yang normal, serta usia masih muda, sehingga belum terjadi gangguan pada kapasitas paru.

Hubungan jumlah rokok per hari dengan gangguan fungsi paru

Pekerja merokok minimal 6 batang dan maksimal 24 batang. Pada analisis bivariat menggunakan uji *Tau Kendall* memperoleh nilai *p* (*value*) 0,038; uji *chi square* nilai *p*(*value*) 0,037. Hal ini menyatakan bahwa tidak ada hubungan jumlah rokok per hari dengan gangguan fungsi paru.

Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diane R. Gold, dkk²⁶⁾ yang menunjukkan bahwa rasio terhadap (FEV1/FVC) dan Forced Expiratory Flow (FEF) antara 25 dan 75% pada perokok lebih rendah daripada orang yang bukan perokok. Setiap bungkus rokok per hari mengakibatkan penurunan 3,2% FEF25-75 untuk anak perempuan (*p*=0,01) dan penurunan 3,5 % pada FEF25-75 untuk anak laki-laki (*p*=0,007).

SIMPULAN

1. Tidak ada hubungan antara kadar debu (nilai *p*:0,475; PR:1,278); lama paparan (nilai *p*:0,697; PR: 1,231); status gizi (nilai *p*:0,077; PR:1,913) dan jumlah rokok >9 batang per hari (*p*: 0,037; PR: 1,765) dengan gangguan fungsi paru.
2. Ada hubungan bermakna antara umur (nilai *p*:0,011; PR:1,965); masa kerja >5 tahun (nilai *p*:0,000; PR:9,257) dan lama merokok (nilai *p*:0,024; PR 1,878) dengan gangguan fungsi paru.
3. Pengaruh yang paling dominan sebagai penyebab terjadinya gangguan fungsi paru adalah masa kerja dengan nilai *p* 0,007, Exp(B) dan 95% CI = 24,158 (2,348 – 248,516).

DAFTAR PUSTAKA

1. Suratman M. *Teknik Mengelas Asetilen, Brazing dan Las Busur Listrik*. Pustaka Grafika Bandung. 2001
2. James M. Antonini, Michael D. Tayler, Antony T. Zimmer, Jenny R. Roberts. *Pulmonary Responses to Welding Fumes: Role of Metal Constituents*.

- Joernal of Toxicologi and Environmental Health, Parth A, 2003
3. OSHA. *Occupational Safety and Health Guideline for Welding Fumes*. United States Departemen of Labour; 2010. (online). (osha.gov/SLTC/healthguidelines/weldingfumes/recognition.html). Diakses tanggal 11 September 2011)
4. Yunus, Faisal. Dampak Debu Industri pada Paru Pekerja dan Pengendaliannya. Cermin Dunia Kedokteran No. 115. 1997
5. Epler, G.R. *Environmental and Occupational Lung Disease. In Clinical Overview of Occupation Lung Disease*. Return to Epler. Columbia. 1997
6. Andriansyah, *Kesehatan dan Keselamatan Kerja Pengelasan dalam ruang terbatas*, Buletin Keselamatan STATUTA, 2000.
7. Ashby, H.S. *Welding Fume in the Workplace: Preventing Potential Health Problems Through Proactive Controls*. Professional Safety. Page 55-60. 2002
8. Suma'mur, PK. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. CV. Sagung Seto. Jakarta. 2009
9. Anderson, S. Wilson, *Pathophysiologi Clinical Concep of Disease Process*. Terjemahan Adji Dharma, Bagian I edisi 2, Cetakan VII. EGC, Jakarta. 1999
10. Wiryosumarto, Harsono, Okumora Toshie, *Teknologi pengelasan Logam*. PT. Pradnya Paramita Jakarta. Cetakan ke 10, Penerbit: Balai Pustaka. Jakarta, 2008.
11. Dinas PerindagKop dan PM. *Data Industri Kecil dan Menengah Kab. Magelang*. 2007
12. Murti.B. *Prinsip dan Metode Rised Epidemiologi*, Yogyakarta. Gadjah Mada University Press, 2002
13. Sastro asmoro.S. Ismail.S. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Jakarta C.V Sagung Seto, 2012.
14. Rahmatullah, D, *Penyakit Paru Lingkungan Kerja*. Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP, Semarang, Tahun 2006. Huvinen, M dan Jukka, U. *Respiratory health of workers exposed to low levels of chromium in stainless steel production*. Occupational and Environmental Medicine 1996;53:741-747. Available in : [/oem.bmj.com/content/53/11/741.full.pdf](http://oem.bmj.com/content/53/11/741.full.pdf)
15. Wynn, T.A. *Integrating Mechanisms of Pulmonary Fibrosis*. The joernal of Experimental Medicine. Published July 4, 2011. JEM vol 208 No.7 1339-1350. Available in: jem.rupress.org/content/208/7/1339.full.
16. WHO. *Deteksi dini penyakit akibat kerja*. Alih bahasa. Joko Suyono. EGC. Jakarta 1995 64-69
17. Meo, Sultan A MD, PhD; Azeem, M. Abdul PhD; Subhan, M. M. F. PhD, *Lung Function in Pakistani Welding Workers*, Journal of Occupational & Environmental Medicine: Volume 45 - Issue 10 - pp 1068-1073 October 2003

18. Winder, C.Neill,S. Chapter 4. *Occupational Respiratory Disease In Occupational Toxicology*. CRC Press, Florida. 2014: 69-76.
19. Jonathan Foulds, *Smoking and lung function*, Healthline Networks, 2007 healthline.com/
20. Sobaszek,Annie; Boulenguez,Charles; Frimat,Paul; Robin, Hervé; Haguenoer, Jean Marie; Edme, Jean-Louis. *Acute Respiratory Effects of Exposure to Stainless Steel and Mild Steel Welding Fumes*. Journal of Occupational & Environmental Medicine: September 2000 - Volume 42 - Issue 9 - pp 923-931
21. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. Per.13/MEN/X /2011 tentang *Nilai Ambang batas faktor Fisika dan faktor Kimia di Tempat Kerja*.
22. Deviandhoko, W.Nur Indah, Nurjazuli. *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengelasan di Kota Pontij.Environ.Res.Public Health 2010anak.2012. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia. 2 Oktober 2012.*
23. Jones RL, Nzekwe M.M. *The effects of Body Mass Index on Lung Volumes*. National Center for Bioteknologi Information, U.S National Library of Medicine.2006 Sep;130(3):827-33.available in : ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16963682.
24. Pelosi,P, Croci M,. *The effects of Body Mass on Lung Volumes, Respiratory Mechanics and Gas Exchange During General Anesthesia*. National Center for Bioteknologi Information, U.S National Library of Medicine.1998 Sep;87(3):654-60..
25. Gold, Diane R, Xiaobin Wang, David Wypij, Frank E. Speizer, James H. Ware and Douglas W. Dockery, *Effects of Cigarette Smoking on Lung Function in Adolescent Boys and Girls*. NEJM. Vol.335 No.13:1-4 2005