

No. REG. PIS	ANALISIS FAAL PARU PADA PETUGAS PINTU TOL	
L.PKK FAKULTAS KEHUTAN	JAGORAWI JAKARTA TAHUN 2009	
TGL	27 Januari 2012	
No. REG	09 11 06 01 10 02	Oleh Ria Anindita dan Tan Malaka
	- 0242	Program Pasca Sarjana Kesehatan Masyarakat STIK Bina Husada, Palembang email: Riabd87@yahoo.com

## Abstrak

Latar belakang studi ini adalah kenyataan bahwa ada pemaparan terhadap polutan udara pada para pekerja PT. Jasa Marga khususnya yang bertugas di pintu tol (*toll booth*). Literatur studi mengindikasikan bahwa pemaparan terhadap polutan udara pada para pekerja jalan tol (*high way workers*) dapat mengakibatkan gangguan pernafasan. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui kualitas faal paru para pekerja, frekwensi abnormalitas, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Populasi penelitian ini adalah 204 orang pekerja tol Jasa Marga (JM) yang bertugas di segmen Jagorawi. Sejumlah 139 pekerja dipilih secara purposif dari populasi tsb dengan mempertimbangkan masa kerja, jenis kelamin dan kesediaan untuk berpartisipasi dalam studi. Kepada semua yang terpilih sebagai sampel dilakukan tanya-jawab untuk mendapatkan ciri-ciri demografik seperti usia, lama kerja, jenis kelamin. Kemudian dilakukan pengukuran tinggi badan (dalam Cm) dan pemeriksaan spirometri untuk mendapatkan nilai FVC (L), FEV<sub>1</sub>(L) dan FEV<sub>1</sub>/FVC (%). Interpretasi normalitas faal paru dilakukan dengan teknik LLN dengan memakai *Indonesian Nomogram*.

Dari 139 sampel pekerja Tol Jagorawi yang merupakan subjek penelitian ini didapatkan frekwensi abnormalitas faal paru sebanyak 8 orang atau 5,8 %. Nilai uji spirometrik pekerja Tol Jagorawi berasosiasi secara signifikan terhadap faktor Umur, Jenis kelamin dan Tinggi badan dan memberikan konfirmasi kepada teori yang dianut selama ini. Uji regresi logistik ganda terhadap abnormalitas nilai spirometrik (FEV<sub>1</sub>/FVC) memperlihatkan hanya jenis kelamin yang menjadi prediktor yang baik dimana pria lebih banyak menderita abnormalitas faal paru. Walaupun lama kerja dan merokok memberi efek negatif terhadap faal paru (*partial coefficient bertanda negatif*) namun tidak berasosiasi secara bermakna terhadap abnormalitas faal paru dikalangan pekerja tol Jagorawi. Disarankan agar perusahaan PT. JM menerapkan Program Perlindungan Pernafasan (*Respiratory Protection Program*) dikalangan para pekerja yang terpapar polutan udara.

Kata kunci: faal paru, polutan udara, kualitas faal paru, spirometri, program perlindungan pernafasan.

## Abstract

*The background of this study is the fact that there is exposure to air pollutants in the workers of PT. Jasa Marga especially those on duty at the toll booth. Literature studies indicate that exposure to air pollutants in highway workers can cause respiratory problems. The purpose of this study was to determine the quality of the workers lung physiology, the frequency of abnormalities, and the factors that influence it.*

*The study population is 204 people JM toll worker on duty at Jagorawi segment. 139 workers purposively selected from the population with considered working period, gender and willingness to participate in the study. To all samples give questions and answers to obtain demographic characteristics such as age, working period, and gender. Then conducted height measurements (in cm) and spirometric examination to get FVC value (L), FEV<sub>1</sub> (L) and FEV<sub>1</sub>/FVC (%). Interpretation of pulmonary physiology normality done by using the LLN technique with Indonesian nomogram.*

*From 139 samples Jagorawi Toll workers who are the subject of this study, obtained frequency of abnormalities in lung physiology 8 people or 5.8%. Spirometric test Value of Jagorawi Toll workers is significantly associated to the Age factors, gender and height and provides confirmation to the theory espoused for so long. Multiple logistic regression test for abnormalities spirometric value (FEV<sub>1</sub>/FVC) shows that only gender is a good predictor in which men suffer more physiological lung abnormalities. While working period and the smoking give negative effect on lung physiology (*partial coefficient marked negative*) but not significantly associated to abnormalities of lung physiology among the Jagorawi toll workers. It is recommended that the company PT. JM implement Respiratory Protection Program to the workers who exposed to air pollutants.*

Keyword: lung physiology, air pollutants, quality of lung physiology, spirometry, respiratory protection program.

## 1. Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Untuk keperluan kesehatan dan produktivitas kerja dibutuhkan udara bersih dan sehat. Debu dan gas yang berada di udara lingkungan kerja dapat menimbulkan risiko kesehatan dan oleh karena itu udara bersih harus merupakan prioritas utama dalam pengelolaan kesehatan lingkungan, baik ambien maupun lingkungan kerja.

Di negara berkembang, para pekerja biasanya mendapatkan kondisi kerja yang buruk, upah rendah, jam kerja lama, tidak ada cuti dan akses terhadap pelayanan kesehatan yang rendah. Prevalensi penyakit paru akibat pencemaran udara akibat asap kendaraan bermotor di

lingkungan kerja, misalnya pada petugas pintu tol (*toll booth*) belum banyak diketahui dan datanya tidak tersedia. Gerbang tol merupakan pintu keluar masuk kendaraan yang akan melewati tol sehingga memungkinkan terjadinya pencemaran udara dan para pekerja di masing-masing pintu gerbang tol mengalami pemaparan selama waktu kerja. Dengan demikian bekerja sebagai petugas di jalan atau pintu tol diduga memiliki risiko yang membahayakan kesehatan, khususnya kesehatan pernafasan.

### 1.2. Landasan Teori

Kualitas udara khususnya di perkotaan merupakan komponen lingkungan yang sangat penting,



karena berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat maupun kenyamanan. Limbah yang berasal dari emisi ke udara di DKI Jakarta yang merupakan penyebab penurunan kualitas udara yang penting. Sumber emisi dapat digolongkan ke dalam sumber tidak bergerak berupa kegiatan industri, rumah tangga dan pembakaran sampah, dan sumber bergerak seperti kegiatan transportasi. Potensi limbah berupa debu (total partikel) terbesar berasal dari sumber tidak bergerak yaitu industri sebesar 56.653,09 ton pertahun (70,37%); SO<sup>2</sup> tertinggi berasal dari sumber tidak bergerak yaitu 403.523,25 ton per tahun (78,32%), NO<sub>x</sub> tertinggi dari sumber bergerak yaitu 27.079,72 ton per tahun (62,2 %), dan CO terbesar dari sumber bergerak sebesar 589.167,92 ton per tahun (25,78%). Dari fakta tersebut dapat disimpulkan bahwa sumber bergerak yaitu kendaraan bermotor yang merupakan penyebab pencemaran untuk parameter NO<sub>x</sub> dan CO, sedangkan sumber tidak bergerak merupakan penyebab pencemaran untuk parameter SO<sup>2</sup> dan debu (BPLHD Propinsi DKI Jakarta, 2006). Lalu lintas kendaraan bermotor, juga dapat meningkatkan kadar partikulat debu yang berasal dari permukaan jalan, komponen ban dan rem. Anggota masyarakat yang bekerja di jalan raya seperti polisi lalu lintas, sopir, kernet, petugas jalan tol, pedagang asongan dan lain sebagainya rentan dengan infeksi saluran pernafasan akut (ISPA).

Kegiatan di lingkungan kerja juga mendatangkan risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) berupa kecelakaan, kebisingan tinggi, debu dan gas, serta stress akibat kerja. Akhir-akhir ini dan lebih-lebih dimasa depan, corak industri jasa dan informasi akan lebih berkembang karena terjadi perubahan dari *resource based economy* kearah *knowledge based economy*. Pola ini juga akan berpengaruh terhadap risiko K3 yang sedang dan akan terjadi di masa yang akan datang (Malaka, 2008).

### 1.3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Data pemantauan kualitas udara dari KLH dan Pemda DKI memperlihatkan adanya pencemaran udara diatas BML, termasuk disekitar jalan tol Jagorawi. Pekerja jalan tol Jagorawi sehari-hari terpapar polutan udara yang menurut studi literatur dapat menyebabkan gangguan pernafasan. Sampai saat ini data dan informasi ilmiah tentang pengaruh pemaparan pencemaran udara terhadap kesehatan pernafasan pekerja jalan tol (*highway*) di Indonesia masih minim sekali. Kemudian, penting pula untuk diketahui kualitas paal paru pekerja bila dilihat dari kriteria abnormalitas, karena hal ini menyangkut kepentingan mendesak untuk pencegahan baik primer, sekunder maupun tersier. Secara umum, tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan data dan informasi tentang kesehatan pernafasan yang tercermin dalam kualitas faal paru petugas tol Jagorawi, serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Secara Khusus tujuan penelitian ini adalah sbb:

1. Diketuainya gambaran frekwensi abnormalitas faal paru petugas tol jagorawi.

2. Diketuainya hubungan ciri demografik petugas pintu tol Jagorawi (umur, sex, tinggi badan) dengan kualitas faal paru dengan uji spirometrik.
3. Diketuainya hubungan lama kerja dan kebiasaan merokok petugas pintu tol Jagorawi dengan kualitas faal paru, yang tercermin dalam nilai uji spirometrik.

### 1.4. Pertanyaan penelitian

Dengan dasar informasi diatas, dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah frekwensi abnormalitas faal paru petugas pintu tol Jagorawi?
2. Adakah hubungan antara ciri demografik petugas pintu tol Jagorawi (usia, jenis kelamin, tinggi badan), lama kerja, dan kebiasaan merokok dengan faal paru ?

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Desain penelitian

Desain penelitian ini menggunakan survey analitik dengan pendekatan *cross sectional*, dimana data dikumpulkan secara bersamaan antara kualitas faal paru pada pekerja jalan tol dan karakteristik pekerja pintu tol. Selain itu dilakukan pengumpulan data sekunder tentang Kualitas Udara dari pemantauan Pemda DKI atau dari sumber yang terpublikasikan lainnya seperti dari Meneg LH (SLHI, 2008). Pengamatan juga dilakukan terhadap program K3 dan kondisi lingkungan kerja dengan fotografi dan video.

### 2.2. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah semua para petugas pintu Tol PT. Jasa Marga Jakarta di segmen Jakarta-Bogor-Ciawi (Jagorawi) yang berjumlah sekitar 204 orang. Sampel penelitian dipilih secara purposif sejumlah 136 orang dari populasi tersebut. PT. Jasa Marga mengelola banyak segmen dari jalan bebas hambatan di Indonesia. Pemilihan petugas Tol Jagorawi terutama karena alasan segmen ini yang merupakan jalan tol paling tua dan juga amat ramai dilewati kendaraan bermotor sepanjang hari.

Seperti disebutkan diatas, populasi penelitian adalah seluruh petugas jalan tol PT. Jasa Marga, yang bekerja pada segmen tol Jakarta-Bogor-Ciawi. Untuk menentukan sampel, digunakan metode purposive dengan menggunakan tehnik purposive random sampling. Setelah seluruh jumlah petugas tol didapat dari daftar kepegawaian, maka peneliti memilih secara purposif yakni dengan mengeluarkan mereka yang bekerja dibawah satu tahun dan mereka yang tidak hadir pada pemeriksaan kesehatan, khususnya pemeriksaan spirometri. Dengan prosedur seperti itu terkumpul jumlah total petugas yang didapat sebanyak 150 pekerja. Setelah dilakukan *cleaning and editing data* maka didapat jumlah sampel yang final untuk dianalisis yakni 139 orang.

### 2.3. Cara Pemeriksaan Spirometri dan Interpretasi Hasil



Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan fungsi paru kepada 139 pekerja sebagai sampel terpilih dari seluruh jalan tol segmen Jagorawi Alat yang digunakan adalah alat Spirometer merk *Fukuda Sangyo Co. Ltd*, model type ST-75, yang sudah dikalibrasi dan memenuhi persyaratan dari *American Thoracic Society (ATS)* dan *American Collage of occupational Enviromental Medicine (ACOEM)*. Teknik pengukuran spirometri didasarkan pada petunjuk dari ATS (2005) dan NIOSH (2004).

#### 2.4. Pengumpulan dan Pengolahan data

Tatacara Perhitungan dan Interpretasi Nilai Spirometrik Dengan Indonesian Nomogram (Teknik LLN). Langkah-langkah yang dilakukan dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1.

Tatacara perhitungan dan Intepretasi Nilai Spirometrik.

Setelah dilakukan uji faal paru dengan spirometri maka langkah selanjutnya adalah membaca hasil spirometrik tersebut, yang disajikan pada tabel 2.1. *Standard Error of Estimate* adalah Persamaan Regressi untuk populasi Indonesia (Alsagaf, 1993; Malaka, 2008).

Tabel 2.1.  
Interpretasi Hasil Nilai Spirometrik.

Kondisi	Kreteria	Nilai Hasil
Normal	Baik	$NU > (NP - LLN)$
Normal Rendah	Kurang Baik	$LLN(1,64*SEE)$
Abnormal	Ringan	$NU < (NP - LLN)$
	Ringan Rendah	$(NU - LLN) s/d (NU - 1,96*SEE)$
	Sedang/Berat	$NU - (NP - 1,96*SEE)$

Keterangan:

NU = Nilai Ukur

NP = Nilai Prediksi Nomogram Indonesia.

LLN = *Lower Limit of Normal*( $NP - 1,64*SEE$ ).

SEE = *Standard Error of Estimate*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3.1.  
Kualitas Udara DKI Tahun 2006.

Polutan	Kisaran dari Rata-rata	BML*
NO2	13,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 36,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam
SO2	21,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 42,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3/1$ tahun
O3	36,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 70,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3/1$ tahun
CO	1,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 1,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam
PM10	68,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - 79,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ jam

\* Baku Mutu Lingkungan (BML) menurut PP 41/1999.

Sumber: BPLHD DKI 2006.

Tabel 3.2.  
Nilai Maksimum Harian Tertinggi Kadar SO<sub>2</sub> Di Jakarta dan Surabaya.

Kota	Kisaran Konsentrasi Maksimum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Stasiun operasional sampai akhir Des'06	Stasiun dengan Nilai maks tertinggi	
			Stasiun	Bulan
Jakarta	31,1 - 557,7	JAF 1	JAF 1, JAF 4	6, 8 11
		JAF 2	nilai SO <sub>2</sub> < BM	
		JAF 5	JAF5	
Surabaya		SUF 1 (1, 6, 8)	SUF1	6, 8
		SUF 4 (1, 2)	SUF 4	< BM
		SUF 5 (1 s/d 7, 11, 12)	SUF 5	3 - 12
			369,5 - 953,7	228, 8 - 906,6

Sumber: LKH, 2006.

#### 3.1. Pemaparan Terhadap Polutan Udara di Tempat Kerja

Pembangunan di berbagai sektor khususnya industri dan transportasi dapat menyebabkan terjadi pencemaran udara, air dan komponen lingkungan yang sangat mempengaruhi kesehatan pernafasan di masyarakat, khususnya para pekerja. Hal ini mudah dimengerti mengingat paru adalah organ yang berhubungan langsung dengan udara luar. Jika kualitas udara memburuk maka akan makin banyak penduduk dan pekerja yang menderita berbagai penyakit pernafasan (Kennedy, 1996).

Tabel 2 dan Tabel 3 menggambarkan kualitas udara di DKI berdasarkan pemantauan dari Pemda DKI dan Meneg LH. Pada Tabel ini tampak beberapa jenis polutan dengan efek terhadap pernafasan yang melampaui BML-Udara (PP 41, 1999) antara lain, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, Ozon dan Partikulat (Depkes RI 2006; Malaka, 2008). Hal ini



penting dikemukakan karena *exposure* pekerja jalan tol ini yang terpenting adalah terhadap beberapa polutan diatas dan diduga menjadi etiologi dari abnormalitas faal paru (bila ada), selain dari kebiasaan merokok dan *Indoor Air Quality* di rumah masing-masing.

Tabel 3.3.  
Statistik Deskriptif Variabel Kontinu Pada Pekerja pintu Tol Jagorawi Tahun 2009.

Statistik	Umur (Tahun)	Lama Kerja (Tahun)	Tinggi (cm)	Faal Paru		
				FVC (liter)	FEV <sub>1</sub> (liter)	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)
Nilai Rerata	37,65	4,94	167,40	3,96	3,33	84,01
Median	36,00	5,00	168,00	4	3,36	82,94
Modus	32,00	4,00	168,00	4,14	3,42	82,81
SD	6,67	1,35	6,49	0,36	0,36	5,34
Variance	44,52	1,82	42,21	0,13	0,13	28,57
Range	27-54	3-8	144-183	2,7-5,0	2,3-4,2	64,1-98,8

Sumber: Anindita, 2009.

Tabel 4 diatas memperlihatkan distrbusi univariat variabel penelitian.

Tabel 3.4.  
Statistik Deskriptif Abnormalitas FEV<sub>1</sub>/FVC Pada Pekerja pintu Tol Jagorawi Tahun 2009.

No	FEV <sub>1</sub> /FVC	Jumlah	(%)
1	Normal	131	94,2
2	Abnormal	8	5,8
<b>Jumlah</b>		<b>139</b>	<b>100,00</b>

Dihitung berdasarkan *Indonesian Normogram Abnormalitas Spirometrik* hanya terdeteksi pada parameter FEV<sub>1</sub>/FVC

Sumber: Anindita, 2009.

Tabel 3.5.  
Hasil Analisis Korelasi Sederhana Antar Variabel Faal Paru.

	Umur (tahun)	Lama Kerja (tahun)	Tinggi Badan (cm)	FVC (liter)	FEV <sub>1</sub> (liter)	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)
Umur (tahun)	1	0,978**	-0,303**	-0,260**	-0,379**	-0,283**
Lama Kerja (thn)	0,978**	1	-0,297**	-0,235**	-0,355**	-0,282**
Tinggi Badan (cm)	-0,303**	-0,297**	1	0,370**	0,425**	0,177*
FVC (liter)	-0,260**	-0,235**	0,370**	1	0,793**	-0,083
FEV <sub>1</sub> (liter)	-0,379**	-0,355**	0,425**	0,793**	1	0,525**
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	-0,283**	-0,282**	0,177*	-0,083	0,525**	1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level.

\* Correlation is significant at the 0.05 level.

Tabel 3.6.  
Hasil Analisis Model Regresi Linier Berganda Variabel Independen Terhadap FVC, FEV<sub>1</sub> dan FEV<sub>1</sub>/FVC (*partial coefficient*).

Model	FVC (L)	FEV <sub>1</sub> (L)	FEV <sub>1</sub> /FVC (%)
Konstanta	4,530	3,379	76,216
Umur	-0,024	-0,026	-0,118
Jenis Kelamin	(-0.552)	(-0.461)	-0,428
Tinggi Badan	0,005	0,008	-0,031
Lama Kerja	0.049	0.035	0,083
Rokok	-0.044	-0,022	0,288
R square	<b>0,367</b>	<b>0,391</b>	<b>0,090</b>

Catatan: angka di bold dan dalam kurung berarti significant.

Tabel 3.7.  
Hasil Perhitungan Model Regresi Logistik Berganda untuk Variabel Independen Terhadap Variabel FEV<sub>1</sub>/FVC.

Model	B	p-value	OR
Konstanta	-9,261	0,000	
Umur	-0,365	0,214	0,251
<b>Jenis Kelamin</b>	<b>2,338</b>	<b>0,034</b>	<b>6,134</b>
Tinggi Badan	0,031	0,625	1,771
Lama Kerja	2,373	0,108	0,380
Rokok	0,116	0,889	1,123
Cox & Snell R square = 0,069			

Tabel 3.8.  
Beberapa Hasil Penelitian Tentang Kesehatan Pernafasan Pada Pekerja.

Peneliti	Subjek Pengamatan	Hasil
Hwang SA, (1995)	Cohort pekerja Transportasi, New York.	Angka mortalitas lebih tinggi akibat Cardio - vascular dan Respirasi, dimana pekerjaan memiliki kontribusi penting.
Oliver L, et al, (2001)	Pekerja konstruksi Tol, USA	Asosiasi neg thd masa kerja; FEV <sub>1</sub> menurun.
Yang, CY et al, (2002)	Kesehatan pernafasan pada Pekerja Toll, Taiwan	Prevalensi penyakit pernafasan kronik tidak berbeda dengan kontrol, mungkin karena masa kerja yang singkat.
Yuli. S, (2005)	Pengemudi bus Damri	Faal Paru berasosiasi dengan masa kerja
Widodo, (2007)	Pekerja pembuat genteng Kebumen	Faal Paru berasosiasi dengan jenis kelamin



Trisnawati, (2007)	Pekerja Ojek Alun-alun Semarang	Faal Paru berasosiasi dengan merokok
Liu et al (2008)	Penghuni sekitar jln Tol, Swiss	Pengaruh negatif terhadap kesehatan pernafasan anak dan dewasa.
Anindita & Malaka (2010)	Pekerja Tol Jagorawi	Lama Kerja dan Merokok berasosiasi negatif terhadap faal paru.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang faal paru pada pekerja pintu tol Jagorawi pada tahun 2009 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Frekwensi abnormalitas faal paru pada sampel pekerja yang tercermin dalam nilai spirometri (FEV1/FVC adalah sebanyak 8 orang atau 5,8%).
2. Nilai uji spirometrik faal paru pekerja pintu Tol Jagorawi berasosiasi secara signifikan terhadap faktor umur, jenis kelamin dan tinggi badan. Jenis kelamin dan umur merupakan prediktor yang baik dari nilai spirometrik, dalam hal ini memperlihatkan kesesuaian data yang ada dengan literatur kesehatan pernafasan.
3. Nilai Uji spirometrik faal paru pekerja pintu Tol Jagorawi berasosiasi negatif dengan lama kerja. Dimana, makin lama kerja akan menyebabkan penurunan nilai spirometrik.
4. Nilai uji spirometrik faal paru pekerja pintu Tol Jagorawi tidak berasosiasi dengan kebiasaan merokok.
5. Dari analisa regresi logistik berganda terhadap abnormalitas nilai spirometri ini memperlihatkan hanya jenis kelamin yang menjadi prediktor yang baik, dimana lebih banyak pria yang menderita abnormalitas faal paru.

##### 4.2. Saran

Adapun saran yang dianjurkan berkaitan dengan faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan faal paru pekerja pintu Tol Jagorawi diantaranya adalah :

1. Bagi PT Jasa Marga Cabang Jagorawi.
  - a. Pekerja yang terdeteksi mengalami gangguan faal paru, dilakukan pencegahan yang lebih intensif ataupun perhatian tentang kesehatan paru lebih diutamakan, agar tidak terjadi kecacatan yang berlanjut dan bila perlu dilakukan pengobatan.
  - b. Seleksi karyawan lebih selektif untuk usia 30 tahun, dilakukan pemeriksaan fungsi faal paru awal dan berkala, untuk mengetahui pengaruh paparan pencemar udara terhadap fungsi paru pekerja dan mengembangkan database serta sistem analisis dan pelaporan.
  - c. Pembinaan kebijakan rotasi kerja secara proporsional dengan pengaturan waktu istirahat yang baik guna mengurangi paparan partikulat dan pencemar udara lainnya pada pekerja terutama pada pekerja dengan lama kerja lebih dari 5 tahun yang berjenis laki-laki, serta program mengurangi kebiasaan merokok.

- d. Standar penerimaan tenaga kerja lebih ditekankan tidak memiliki penyakit paru atau gangguan faal paru dan bergizi baik.
- e. PT Jasa Marga menerapkan Program Perlindungan Pernafasan (*Respiratory Protection Program*) pekerja, untuk seluruh pekerja jalan tol.
- f. Pada gerbang Tol di upayakan agar nyaman, bebas dari polusi udara ambient yang ada dengan cara sbb:
  - Melengkapi alat penangkap debu (*Electrostatic Precipitator*) dalam ruangan pada setiap gerbang tol, sehingga udara yang mengandung polutan dapat dibersihkan oleh alat tersebut terutama yang bersifat partikulat.
  - Filtrasi, memasang filter dipergunakan dalam ruangan dimaksudkan untuk menangkap polutan dari sumbernya dan polutan dari udara luar ruangan.
  - Meningkatkan kebersihan ruangan dengan sistem basah.
  - Melengkapi pekerja dengan Alat Pelindung Diri berupa *Particulate Respirator* (N 95).
2. Hendaknya dapat diteruskan penelitian lebih lanjut, khususnya dalam bidang pencemaran udara yang berkaitan dengan gangguan faal paru pada pekerja pintu tol (*highway*) dengan desain *case-control* atau *cohort*.

#### Daftar Pustaka

- Alsagaff H., dan Mangunnegoro H., 1993. *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia Pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi American Thoracic Society (ATS) 1987; Indonesia Preumobil Project*. Surabaya: Aillangga University Press.
- Amin M., 1996. *Penyakit Paru Obstruktif Menahun : Polusi Udara, Rokok dan Alfa-1 Antitripsin*. Surabaya, Airlangga University Press.
- Antaruddin, 2008. *Pengaruh Debu Pada Pada Faal Paru Pekerja Kilang Padi Yang Merokok Dan Tidak Merokok*, Medan, Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Bernida I., Yunus F., Wiyono W.H., 1990. *Faal Paru dan Uji Bronkodilator pada Perokok, Bekas Perokok dan Bukan Perokok*. J Respir Indo 1990
- Bor P.J.A., et. al, 2002. *Respiratori Symptom, Lung Fuction and nasal Celurarity in Indonesia Word Worker : Dose Respons A neffisis*. J of Occup Envir Med.
- Depkes RI, 2001. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya terhadap Kesehatan*, Direktorat Jendral Pemberantasan Penyakit Menular & Penyehatan Lingkungan, Jakarta.



- Depkes RI, 2002. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/02 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*, Jakarta.
- Depkes RI, 2003. *Modul Pelatihan Bagi Fasilitator Kesehatan Kerja*. Jakarta
- Depnaker RI, 1997. *NAB Bahan Kimia di Udara Lingkungan Kerja*, Jakarta: Depnaker RI.
- Effendi H., dan Yazir Y., 1980. *Fisiologi Pernafasan dan Pathofisiologinya*, Bandung, Penerbit Alumni.
- Enrigh P.L., and Hyatt R.E., 1987. *Practical Guide to the selection and use of spirometer*; Lea and Febrier. Philadelphia.
- Evelyn P., 1999. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT Gramedia
- Fajriwan J.A., 1999. *Merokok Pasif*. J. Respirologi Indonesia.
- Faridawati R., Yunus F., Aditama T.Y., Mangunnegoro H., Mamdy Z., 1997. *Prevalensi Penyakit Bronkitis Kronik, Emfise ma & Asma Kerja pada pekerja di PT. Krakatau Steel*, J Respirologi Indonesia.
- Guyton C., 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta, EGC.
- Ikhsan M., 1997. *Penyakit Paru Akibat Kerja*, Jurnal Respirologi Indonesia, Vol.18 No.4, Jakarta.
- ILO, 1998. *Encyclopedia of occupational health and safety*. Geneva.
- Kennedy S.M., 1996. *Agent Causing Chronic Airway Obstruction, In: Occupational And Environmental Respiratory Disease*. St Lewis Missouri, Mosby Yee Biik Inc.,
- Kodyt A.B., Thaha A.R., dan Minarto, 1998. *Penuntasan masalah gizi kurang*. Widyakarya Nasional Pangan & Gizi VI.
- Kusnopranto H., 1995. *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Universitas Indonesia bekerja sama dengan Proyek Pengembangan Pusat Studi Lingkungan Depdikbud.
- Lemeshow, dkk, 1997. *Besar Sampel Dalam Penelitian*. Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Lippmann, M, 1992. *Environmental Toxicant*. New York, Van Nostrand Reinhold.
- Malaka T., and Kodama A.M., 1990. *Respiratory Health of Plywood Workers Occupationally Exposed to Formaldehyde*. Arch Environ Health: 45 (5).
- Malaka T., 1990. *Kesehatan Kerja Pada Industri Sawmil, Studi Tahap I dan II*. Laporan Penelitian. Unsri, Palembang: Lembaga Penelitian.
- Malaka T., 2008. *Kesehatan Kerja dan Industrialisasi di Negara Berkembang; Pengalaman Indonesia dalam Proteksi dan Promosi Kesehatan Tenaga Kerja*, Pidato Pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap dan Bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.
- Milicend W., 1993. *Smoking and lung function in elderly men and women. The cardiovascular health study*. J of Am Med.
- Solech M., 2001. *Hubungan Lama Pemaparan Debu Kapur Tulis dengan Kapasitas Vital Fungsi Paru (FVC & FEV1) Guru SLTPN 1 Grobogan Juni 2001*. Skripsi. Semarang: UNDIP
- NIOSH, 2003. *Spirometry Training Guide*, CDC, Virginia..
- Norrish A.E., Beasl R., Hodgkinson E.J., Pearce, 1992. *A study of New Zealand wood workers exposure to wood dust, respiratory symptom and suspected cases of occupational asthma*. New Zealand, 134: 185-7.
- Notoatmodjo S., 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rieneka Cipta, Yogyakarta.
- Oliver L.C., et al, 2001. *Respiratory symptoms and lung function in workers in heavy and highway construction : A cross-sectional study*. American Journal of Industrial Medicine, Vol. 40 no 1.
- OSHA, 2002. *Formaldehyde*. Washington: OSHA Fact sheet.
- Pneumobile Project Indonesia, 1992. *Nilai normal faal paru orang Indonesia*. Hasil penelitian PPI.
- Purba A., Setiadinata J., Farezua R, 1999/2000. *Optimalisasi produktifitas pekerja pabrik tekstil garmen melalui rotasi kerja yang erat kaitannya dengan aklimatisasi di lingkungan suhu panas dan lembab tropis* Laporan Akhir Hibah Penelitian, Subproject-QUE. Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran.
- Rahajoe N, et al., 1994. *Perkembangan dan masalah Pulmonologi Anak Saat Ini*. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.



- Raksanagara A.S., 2004. *Suhu dan kelembaban serta debu kapas sebagai predictor gangguan fungsi paru pada pekerja industri tekstil di lingkungan tropis*. Disertasi. Universitas Padjadjaran.
- Satoto K.S., Darmojo B.; Tjokroprawiro A.; dan Kodyat B., 1998. *Kegemukan, obesitas dan penyakit degeneratif: Epidemiologi dan strategi penanggulangannya*. Widyakarya Nasional Pangan & Gizi VI.
- Sudrajat A., 2005. *Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan*, Inovasi, vol. 5/XVII.
- Suyono J., 1995. *Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja*. Jakarta, EGC.
- Tambayong J., 2001. *Anatomi dan Fisiologi untuk Keperawatan*. Jakarta, EGC.
- Tempo, 2005. *Polisi lalu Lintas Rawan terkena ISPA*, Tempointeraktif, 23 Maret 2005.
- Tugaswati A.T., 2005. *Emisi gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya terhadap Kesehatan*.
- Unvarson U., Alexanderson R., 1991. *Reduction in adverse effect on pulmonary function after exposure to filtered diesel exhaust*. Am J Int Med, 17(3): 341-7.
- WHO, 1983. *Recommended health-based occupational exposure limits for respiratory irritants*. Technical report series 1983; 707.
- Wijaya M., 1992. *Penilaian dampak debu di lingkungan kerja pabrik semen terhadap paru pekerja*. Tesis P2SK3 Hiperkes Medik Univ. Indonesia.
- World Health Organization (WHO), 1993. *Deteksi Dini dan PAK*, Hal 9-20 dan 27-30 Kedokteran EGC.
- World Health Organization (WHO), 2000. *Air Quality Guidelines-Second Edition, WHO Regional Office for Europe*, Copenhagen, Denmark.
- Yunus F, 1997. *Dampak debu industri pada paru dan pengendaliannya*. Editorial: J Respirologi Indonesia 17: 4-7.
- Yunus F., 1996. *Penyakit Paru Akibat Kerja*, J Respirologi Indonesia.