

## KONSENTRASI *PARTICULATE MATTER* (PM<sub>10</sub>) DAN GEJALA PERNAPASAN YANG DIALAMI PEKERJA PABRIK SEMEN 'X', KOTA CILEGON-BANTEN

Linardita Ferial<sup>1</sup>, Laila Fitria<sup>2</sup>, Mawar DS Silalahi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Administrasi Kesehatan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Banten Jaya, Serang, Indonesia*

<sup>2</sup>*Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia*

<sup>3</sup>*Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia*

Email : linarditaferial@unbaja.ac.id

**Abstract:** Industrial activities play an important role in the running of an economic growth but also have a negative impact on the health of its employees. The purpose of this study was to determine the level of dust in the work environment, respiratory diseases suffered by workers, and the role of personal protective equipment in controlling. Observations were made at the cement bag manufacturing and cement packaging sections. The study design was cross sectional and the research instrument used was a questionnaire containing questions about worker characteristics data obtained from 107 workers and respiratory complaints obtained from pulmonary function measurement sheets with the help of a spirometer to 24 workers. Dust content (PM<sub>10</sub>) was measured using a High Volume Air Sampler (HVAS TE-6070BLXZ) and temperature and humidity measurements using a thermohygrometer. Data were analyzed using linear regression test. The average dust content (PM<sub>10</sub>) in the cement packing room was 1002.3  $\mu\text{g} / \text{m}^3$  and in the cement bag making room was 142.1  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ . The results showed that 63.9% of respondents in the cement packing unit and 54% of the respondents in making the bags experienced respiratory problems and irritation. The results of the spirometer analysis in the cement packing room showed that 7 workers taken from the 7 workers in the sample were declared restrictive, meaning that there had been a reduction in the total lung capacity. Whereas in the cement bag manufacturing room there were 7 workers taken from a total of 5 workers who were declared restrictive and 2 were declared normal. The conclusion of this study is the risk of respiratory problems for workers in rooms with high dust levels is greater than those working in low dust levels and it is expected that all workers use masks as their main protective equipment.

**Keywords:** Dust Level (PM<sub>10</sub>), Lung Function Disorders, Cement Industry

**Abstrak:** Aktivitas industri berperan penting dalam berjalannya suatu pertumbuhan ekonomi tapi juga memberikan dampak negatif bagi kesehatan karyawannya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar debu pada lingkungan kerja, gangguan penyakit saluran pernapasan yang diderita pekerja, dan peranan alat pelindung diri dalam pengendalian. Pengamatan dilakukan di bagian pembuatan kantong semen dan pengepakan semen. Desain studi adalah cross sectional dan instrumen penelitian yang digunakan adalah kuesioner yang berisi pertanyaan tentang data karakteristik pekerja diperoleh dari 107 pekerja dan keluhan pernapasan diperoleh dari lembar pengukuran fungsi paru dengan bantuan alat spirometer kepada 24 pekerja. Kadar debu (PM<sub>10</sub>) diukur menggunakan *High Volume Air Sampler* (HVAS TE-6070BLXZ) dan Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan *thermohygrometer*. Data dianalisis menggunakan uji regresi linier. Kadar debu rata-rata (PM<sub>10</sub>) pada ruang pengepakan semen 1002,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dan pada ruang pembuatan kantong semen adalah 142,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil penelitian didapatkan gangguan pernapasan 63,9% responden pada unit pengepakan semen dan 54% pada pembuatan kantong mengalami gangguan saluran pernapasan dan iritasi. Hasil analisis spirometer pada ruang pengepakan semen menunjukkan 7 pekerja yang

diambil dari 7 pekerja dalam sampel dinyatakan restrictive, berarti telah terjadi pengecilan kapasitas total paru. Sedangkan pada ruang pembuatan kantong semen terdapat 7 pekerja yang diambil dari total 5 pekerja dinyatakan restrictive dan 2 dinyatakan normal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah risiko masalah pernapasan pekerja di ruangan dengan tingkat debu tinggi lebih besar daripada yang bekerja di tingkat debu rendah dan diharapkan semua pekerja menggunakan masker sebagai alat pelindung utama.

**Kata Kunci:** kadar PM10, Gangguan Fungsi Paru, Industri Semen

## PENDAHULUAN

Kualitas udara dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya adalah polutan. Polutan dapat berasal dari pembakaran, kegiatan transportasi, dan industri (Department for Environmental Food and Rural Affairs, 2014). Salah satu dampak negatif yang dapat mempengaruhi kualitas udara berasal dari aktivitas di industri semen, industri ini menghasilkan kadar debu pada setiap prosesnya diantaranya pada proses pengadaan bahan baku, proses pembakaran dan proses pengepakannya serta proses pendistribusian yang setiap prosesnya memberikan dampak terhadap para pekerja (Mengkidi, 2006). Kandungan yang terdapat dari aktivitas industri semen ini meliputi adanya senyawa kalsium oksida (CaO) sebesar 62-66%, debu yang berdiameter 10 mikron (PM<sub>10</sub>) sebesar 30-37%, silikon oksida (SiO<sub>2</sub>) sebesar 19-22%, aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebesar 4-8%, besi oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) sebesar 2-5% dan magnesium oksida (MgO) sebesar 1-2%. Tingginya kadar PM<sub>10</sub> di pabrik semen memiliki efek iritasi pada kulit, mata dan sistem pernapasan (Meo, 2003; Somavia, 2005).

Berdasarkan data dari WHO (2016) kota-kota yang berada di Amerika, Afrika, Eropa, dan Asia tenggara mengalami peningkatan PM<sub>10</sub> menjadi 27% diatas nilai rata-rata tahunan pedoman mutu udara WHO sebesar 20 µg/m<sup>3</sup> untuk kota-kota yang berada di Amerika, 46 % untuk kota-kota yang berada di Afrika dan 56% untuk kota-kota yang berada di Asia Tenggara. Tingginya peningkatan PM<sub>10</sub> di wilayah Asia Tenggara salah satunya diakibatkan dengan tingginya aktivitas industri di wilayah tersebut, sehingga memberikan dampak terhadap kesehatan para pekerjanya. Berdasarkan data *International Labor Organization* (ILO) menunjukkan penyebab kematian yang berhubungan dengan pekerjaan sebesar 32% adalah penyakit kanker, 23% penyakit kardiovaskuler, 19% kecelakaan, 17% Penyakit menular, 7% penyakit saluran pernapasan, 1% penyakit saluran pencernaan, 1 % gangguan mental dan 0,4% disebabkan oleh faktor yang lain (International Labour Organization (ILO), 2003). Di negara berkembang sebanyak 30-50% pekerjanya menderita penyakit saluran pernapasan akibat kerja, dan Indonesia merupakan salah satu negara berkembang ditemukan 45% pekerja yang mengalami *restrictive* (penyempitan paru-paru) dan 1% yang mengalami *obstructive* (penyumbatan paru-paru) akibat terpapar debu (Amaliyah, 2013; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2015).

Salah satu jenis pekerjaan yang dapat menimbulkan risiko terkena penurunan fungsi paru adalah pekerja di pabrik semen khususnya di bagian pengepakan semen dan pembuatan kantong semen yang berisiko menimbulkan debu dan dapat terhirup kedalam paru-paru (Alsagaff & Mangunegoro, 1987; Cooper & Alley, 1994; Manuputty, 2007). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan dengan Anes (2015) pada pabrik semen di kota Bitung, dimana didapat hasil bahwa dengan rata-rata kadar debu di udara  $4,088 \text{ mg/m}^3$  terdapat 50% pekerja mengalami gangguan fungsi paru, dan 23,7% pekerja yang tidak mengalami gangguan fungsi paru. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Manuputty (2007) dan Atmaja (2007) menunjukkan hasil dimana nilai kadar debu masih dibawah ambang batas akan tetapi 50% pekerja mengeluh terhadap gangguan debu dan sebanyak 87,5% pekerja menunjukkan keluhan gangguan pernapasan antara lain batuk dan bersin saat dan sesudah bekerja. Sirait (2010) mengemukakan bahwa gangguan fungsi paru tidak hanya disebabkan oleh kadar debu yang tinggi, melainkan juga dipengaruhi oleh karakteristik yang terdapat pada individu pekerja.

Industri X yang merupakan salah satu industri terbesar yang memproduksi semen di Kota Cilegon terdiri dari beberapa unit produksi diantaranya ruang pengolahan bahan baku, ruang pengepakan semen dan ruang pembuatan kantong semen. Berdasarkan survei awal didapatkan jumlah pekerja terbanyak terdapat di ruang pengepakan semen dan ruang pembuatan kantong serta dari hasil pemantauan didapatkan semua pekerja tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker untuk melindungi saluran pernapasan para pekerja (Mulyono, 1997; Semen Padang, 2001). Studi pendahuluan yang telah dilakukan di ruang pengepakan semen dan ruang pembuatan kantong semen menunjukkan bahwa area kerja merupakan tempat berisiko untuk menimbulkan keluhan pernapasan. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar debu di bagian pengepakan dan pembuatan kantong semen, hubungan antara kadar debu di tempat kerja tersebut dengan gangguan pernapasan pada karyawan, dan peranan alat pelindung diri dalam pengendalian.

## METODE

Rancangan penelitian ini adalah cross sectional. Penelitian dilakukan di tiga ruang pengepakan semen dan satu ruang pembuatan kantong semen di sebuah pabrik semen, Kecamatan Ciwandan, Kota Cilegon-Banten pada bulan September hingga November 2018. Pemilihan lokasi penelitian di ruang pengepakan dan pembuatan kantong semen dikarenakan banyaknya pekerja yang bekerja di lokasi pengepakan dan pembuatan kantong semen sehingga peluang untuk terpapar lebih besar dibandingkan dengan ruang pemasaran, ruang penyimpanan, kantor, dan ruang penyedia bahan baku. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Kadar debu ( $PM_{10}$ ), suhu, kelembapan, usia, masa kerja dan perilaku merokok dan variabel terikat adalah gangguan pernapasan pada pekerja.

Jumlah populasi dalam penelitian ini adalah 145 pekerja di ruang pengepakan semen dan pembuatan kantong semen yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi pekerja laki-laki yang berusia minimal 20 tahun, bekerja pada *shift* pagi, dan bersedia mengikuti penelitian. Sedangkan kriteria eksklusi meliputi pekerja yang memiliki riwayat penyakit pernapasan. Perhitungan terhadap besar sampel diperoleh hasil sebesar 107 orang. Sampel diambil menggunakan metode *simple random sampling* dengan bantuan daftar absen pekerja sebagai kerangka *sampling*.

Pengukuran Kadar debu ( $PM_{10}$ ) dilakukan di tiga titik di ruang pengepakan semen dan satu titik pembuatan kantong semen. Penentuan titik pengukuran dilakukan dengan pertimbangan bahwa titik tersebut merupakan tempat yang dekat dengan sumber *hazard* dan banyak pekerja yang beraktivitas. Instrumen dalam penelitian ini yaitu kuesioner yang berisi pertanyaan tentang variabel penelitian, lembar pengukuran fungsi paru dengan menggunakan alat spirometer dan alat pengukuran paparan debu yaitu *High Volume Air Sampler* (HVAS TE-6070BLXZ) dan Pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan *thermohigrometer*. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan uji statistik *regresi linier* untuk mengetahui besar pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

## HASIL PENELITIAN

Pengukuran kadar debu dilakukan pada 4 bagian yaitu tiga di ruang pengepakan semen dan satu di ruang pembuatan kantong semen. Berikut data karakteristik kualitas udara rata-rata yang diukur yang tercantum pada Tabel 1.

**Tabel 1. Karakteristik Kualitas Udara Bagian Pengepakan dan Pembuatan Kantong Semen**

Lokasi	Kadar debu (mg/m <sup>3</sup> )	Temperatur ( <sup>0</sup> C)	Kelembaban (%)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Ruang Pengepakan Semen</b>				
Mesin 1	19,3	32,4	87	471,8
Mesin 2	14,5	31,6	82	209,2
Mesin 3	27,5	30,9	73	321,3
<b>Ruang Pembuatan Kantong Semen</b>				
Machine 1	2,12	30,1	71	142,1

Berdasarkan tabel 1, menunjukkan bahwa dari masing-masing titik pengukuran pada ruang pengepakan semen menunjukkan kadar debu total dan PM<sub>10</sub> di atas baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan Pemerintah PP No 41 tahun 1999 untuk PM<sub>10</sub> adalah 150 µg/m<sup>3</sup>. Sedangkan di ruang pembuatan kantong semen menunjukkan kadar debu dibawah baku mutu. Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan sebagai data penunjang kadar debu di ruang pengepakan semen dan ruang pembuatan kantong semen, dari hasil yang didapatkan suhu di ruang pengepakan semen melebihi baku mutu sedangkan suhu di ruang pembuatan kantong semen masih dibawah baku mutu yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri sebesar 18-30<sup>0</sup>C. Sedangkan hasil pengukuran kelembapan di keempat titik pengukuran tergolong rendah karena berada dibawah nilai kelembapan ideal sesuai Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri sebesar 65-95%.

Analisis statistik dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap gangguan pernapasan pada pekerja dengan suhu, kelembapan, kadar debu (PM<sub>10</sub>), usia, masa kerja dan perilaku merokok dalam ruang pengepakan semen ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hubungan Gangguan Pernapasan Dengan Suhu, Kelembaban dan PM<sub>10</sub> di Ruang Pengepakan dan Pembuatan Kantong Semen**

Variabel	B	R	R <sup>2</sup>	p-value
Suhu Ruang (°C)	-1021,32	0,651	0,431	0,283
Kelembaban (%)	113,42	0,637	0,206	0,477
Kadar PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	-719,99	0,372	0,103	0,000
Umur	-2521,12	0,981	0,276	0,311
Masa Kerja	173,41	0,661	0,251	0,381
Perilaku Meroko	-1567,31	0,747	0,422	0,293

Hasil seleksi bivariat yang didapatkan hanya kadar debu (PM<sub>10</sub>) yang menghasilkan p-value <0,25. Selanjutnya dilakukan analisis regresi linier untuk mengetahui hubungan gejala gangguan pernapasan dengan kadar debu (PM<sub>10</sub>) di udara dalam ruang pengepakan dan pembuatan kantong semen sebagai berikut:

**Tabel 3. Hubungan Gangguan Pernapasan Dengan Kadar debu (PM<sub>10</sub>) di Ruang Pengepakan dan Pembuatan Kantong Semen**

Variabel	B	SE	p-value	R	OR (95%CI)
PM10 Levels (µg/m <sup>3</sup> )	-8,10 <sup>-5</sup>	0,0007	0,0003	0,0000	1,8832
Constant	1,4131	1,1237	0,0052		

Dari hasil analisis statistik diatas didapat nilai p<0,005 (0,0005), ada hubungan bermakna secara statistik antara variabel-variabel diatas. Model matematika yang dapat disusun dari hasil analisis statistik diatas adalah:

$$Y = 1,4131 + (-8,10^{-5}) * X$$

Y = gejala gangguan saluran pernapasan

X = Kadar PM<sub>10</sub> dalam ruang

Apabila kadar PM<sub>10</sub> yang tercatat 1002,3 µg/m<sup>3</sup> maka dengan menggunakan persamaan diatas didapat:  $Y = 1,4131 + (-8,10^{-5}) * 1002,3 = 1,33$ . Sehingga untuk mengetahui peluang seseorang terkena gejala gangguan saluran pernapasan jika bekerja di ruang pengepakan dan pembuatan kantong semen adalah:

$$P = 1/(1 + \exp^{-Y}) = 1/(1 + \exp^{-1,33}) = 0,22$$

Sehingga probabilitas seseorang terkena gangguan pernapasan jika bekerja di bagian pengepakan dan pembuatan kantong semen adalah 22 % untuk kadar debu PM<sub>10</sub> 1002,3

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hasil dari pengisian kuesioner diperoleh bahwa responden pada ruang pengepakan semen yang menderita gejala gangguan pernapasan sebanyak 32 orang (63,9%) sedangkan sisanya 13 orang (36,1%) tidak mengalami gangguan. Sedangkan Pada ruang pembuatan kantong semen pekerja yang menderita gangguan sebanyak 28 orang (54%), sedangkan sisanya 34 orang (46%) tidak mengalami gangguan. Resiko karyawan yang bekerja diruang pengepakan semen lebih besar dari pada pekerja di ruang pembuatan kantong semen. Analisis *odd ratio* (OR) adalah sebagai berikut.

$$OR = \frac{\text{Odds of Exposure in cases}}{\text{odds of exposure in controls}} = \frac{32/28}{13/34} = 3,0$$

Jadi resiko pekerja yang bekerja pada ruang pengepakan semen yang berkadar debu tinggi terkena gejala gangguan pernapasan adalah 3 kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang bekerja pada ruang pembuatan kantong semen yang berkadar debu lebih rendah.

#### Analisis Kapasitas Paru dengan Spirometer

Sampel diambil secara acak dari jumlah sampel 107 pekerja dengan masing-masing bagian 7 orang pekerja untuk ruang pengepakan dan pembuatan kantong semen yang bersedia melakukan uji kapasitas paru. Berikut pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Kapasitas Paru Pekerja dengan Spirometer

Ruang Pengepakan Semen		Ruang Pembuatan Kantong Semen	
Kode Pekerja	Hasil Analisis	Kode Pekerja	Hasil Analisis
A	<i>Restrictive</i>	H	<i>Restrictive</i>
B	<i>Restrictive</i>	I	<i>Restrictive</i>
C	<i>Restrictive</i>	J	Normal
D	<i>Restrictive</i>	K	Normal
E	<i>Restrictive</i>	L	<i>Restrictive</i>
F	<i>Restrictive</i>	M	<i>Restrictive</i>
G	<i>Restrictive</i>	N	<i>Restrictive</i>

Dari hasil analisis diatas dapat diketahui 2 pekerja di bagian pembuatan kantong semen mempunyai kapasitas paru normal, sisanya menunjukkan hasil *restrictive* (penyempitan paru) untuk semua lokasi pengamatan.

#### PEMBAHASAN

Kegiatan di pabrik semen memberikan dampak kepada para pekerjanya, terutama pekerja yang berkerja di ruang pengepakan semen dan di ruang pembuatan kantong semen. Tingkat debu yang terkandung di ruang pengemasan semen melebihi standar kualitas yang telah ditentukan karena di ruangan ini proses penyisipan semen ke dalam kantong semen menyebabkan banyak partikel debu terbang di ruang pengepakan. Tingginya kadar debu di ruang pengepakan ini juga diakibatkan dengan tingginya suhu di ruangan tersebut. Suhu merupakan faktor yang membentuk kenyamanan tenaga kerja saat berada di lingkungan kerja, selain faktor kecepatan angin dan suhu yang tinggi juga akan mempercepat terjadinya perubahan kadar gas atau polutan di udara sehingga semakin tinggi suhu udara, maka partikel akan menjadi semakin kering dan ringan (Amaliyah, 2013; Mengkidi, 2006; Suma'mur, 2009). Suhu yang tinggi juga menyebabkan partikel lebih reaktif dan dapat bertahan lebih lama di udara, sedangkan suhu yang rendah dapat mengganggu kenyamanan dalam bekerja (Salisa, 2011). Sedangkan pada ruangan pembuatan kantong semen kadar debu yang dihasilkan masih dibawah baku mutu yang disebabkan tidak adanya kontak langsung dengan semen dan mesin yang digunakan dalam pembuatan kantong dalam kondisi yang masih bagus untuk digunakan. Tingginya tingkat debu di ruang pengepakan dan pembuatan kantong semen tergantung dengan pesanan semen, dimana pesanan semen meningkat kemudian juga meningkatkan tingkat debu yang diukur di tempat ini.

Hasil perhitungan statistik dari hubungan antara gejala gangguan saluran pernapasan pada pekerja dengan suhu dan kelembaban di dalam ruang pengepakan semen tidak ada variabel yang mempunyai hubungan bermakna. Namun pada perhitungan statistik hubungan antara gangguan saluran pernapasan dengan kadar debu ( $PM_{10}$ ) di ruang pengepakan mempunyai hubungan bermakna secara statistik. Dari perhitungan didapat probabilitas seseorang untuk terkena gejala gangguan saluran pernapasan pada ruang pengepakan semen adalah 22% untuk kadar debu ( $PM_{10}$ ) sebesar  $1002,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Keadaan ini dapat dikatakan kurang baik karena dapat mengganggu kesehatan pekerja pada ruangan tersebut. Keluhan gejala gangguan saluran pernapasan diperoleh dari kuesioner yang di isi oleh karyawan pada ruang pengepakan semen dan pembuatan kantong semen, dimana resiko pekerja yang bekerja pada ruang pengepakan semen yang berkadar debu tinggi terkena gejala gangguan pernapasan 3 kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja yang

bekerja pada ruang pembuatan kantong semen yang berkadar debu lebih rendah. Besarnya resiko terjadinya gangguan pernapasan di ruang pengepakan dikarenakan tingginya kadar  $PM_{10}$  dan tingginya suhu diruangan sehingga partikel akan menjadi semakin kering dan ringan yang mengakibatkan proses masuknya partikel ke saluran pernapasan bagian atas maupun bagian alveoli lebih cepat . Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aviandari (2008) yang menyatakan bahwa debu  $PM_{10}$  bersifat mudah terhirup dan masuk ke dalam paru-paru, sehingga  $PM_{10}$  dikategorikan sebagai *Respirable Particulate Matter* (RPM) yang akan mengganggu sistem pernapasan bagian atas maupun bagian bawah (alveoli). Dimana pada alveoli terjadi penumpukan partikel kecil sehingga dapat merusak sistem jaringan paru-paru. Tidak hanya suhu tetapi kondisi ruangan juga sangat mempengaruhi dimana kondisi yang tertutup yang mengakibatkan tidak adanya pergantian udara di dalam ruangan sehingga perlu adanya upaya pengendalian secara teknis atau rekayasa dengan menggunakan *exhaust air ducting* untuk udara keluar dan *fresh air ducting* untuk udara masuk, sehingga didapatkan bahwa karyawan di ruang pembuatan kantong hanya sedikit yang mengalami gangguan saluran pernapasan jika dibandingkan dengan karyawan yang bekerja di ruangan pengepakan semen. Ketentuan yang digunakan adalah adanya satu atau beberapa dari 6 gejala gangguan saluran pernapasan yang terdapat pada kuesioner tersebut, yaitu sesak napas, sakit tenggorokan, batuk dengan atau tanpa dahak, iritasi mata dan iritasi kulit. Adanya keluhan dari karyawan pada lingkungan kerja pabrik semen terutama di lingkungan pengepakan semen sering terlihat beberapa karyawan lalai menggunakan alat pelindung diri. Sedangkan menurut Sama'mur (2009) menggunakan alat pelindung diri dalam lingkungan kerja terutama pabrik merupakan salah satu cara dalam pengendalian pencemaran lingkungan kerja.

Pekerja pada lingkungan berdebu kemungkinan saluran pernapasannya akan terganggu, hal ini disebabkan udara yang dihirup telah terkontaminasi oleh debu. Karena itu perlu diambil sampel kapasitas paru-paru pekerja tersebut untuk mengetahui apakah ada kelainan pada paru. Dari analisis kapasitas paru menggunakan spirometer didapatkan 2 pekerja di bagian pembuatan kantong semen mempunyai kapasitas paru normal, sisanya menunjukkan hasil *restrictive* untuk semua lokasi pengamatan. Hal ini disebabkan adanya ketidakpatuhan dalam penggunaan alat pelindung diri (masker, sarung tangan dan lain-lain). Dimana penggunaan masker selama 8 jam/hari dan kadar debu total berhubungan dengan

keluhan pernapasan yang terjadi pada pekerja, tidak hanya penggunaan masker saja upaya yang harus dilakukan juga seperti pemeriksaan fungsi paru sebagai upaya deteksi dini dari penyakit paru.

## KESIMPULAN

Kadar debu di ruang pengepakan semen yang mencapai  $1002,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  memberikan dampak sebesar 63,9% karyawan yang mengalami gangguan saluran pernapasan sedangkan di ruang pembuatan kantong semen adalah  $142,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan 35% karyawan yang mengalami gangguan saluran pernapasan sehingga pada ruang pengepakan semen resiko pekerja yang mengalami gangguan saluran pernapasan 3 kali lebih besar dibandingkan pekerja yang ada di ruang pembuatan kantong semen. Dimana tingginya kadar debu yang mengakibatkan adanya gangguan pernapasan ini dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan kondisi ruangan yang sebagian tertutup sehingga tidak adanya pertukaran udara didalamnya serta hasil analisis pada ruangan pengepakan semen menunjukkan 7 pekerja yang diambil dari total 7 sampel pekerja dalam sampel nya dinyatakan *restrictive*, terjadi penurunan fungsi paru, sedangkan di ruang pembuatan kantong semen terdapat 5 pekerja yang mengalami *restrictive* dan 2 pekerja dinyatakan normal. Hal ini disebabkan adanya ketidak patuhan dalam penggunaan alat pelindung diri (masker, sarung tangan dan lain-lain).

## DAFTAR RUJUKAN

- Alsagaff, H., & Mangunegoro, H. (1987). *Nilai Normal Faal Paru Orang Indonesia pada Usia Sekolah dan Pekerja Dewasa Berdasarkan Rekomendasi America Thoracic Society*. Airlangga.
- Amaliyah, T. (2013). *Hubungan antara Kadar Debu dan Kapasitas Paru pada Karyawan PT. Eastern Pearl Flour Mills Makasar*. 1–11. <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/6762/jurnal.pdf;sequence=1>
- Anes, N. I., Kawatu, J. M. L. U. P. A. T., Kawatu, U., & Berhubungan, F. (2015). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja di PT . Tonasa Line Kota Bitung. *JIKMU*, 5, 600–607. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jikmu/article/view/8490>
- Atmaja, A. (2007). Identifikasi Kadar Debu di Lingkungan Kerja dan Keluhan subjektif Pernapasan Tenaga Kerja Bagian Finish Mill. *Jurnal*

- Kesehatan Lingkungan*, 3, 161–172.  
[repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26530/5/Chapter I.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26530/5/Chapter%20I.pdf)
- Aviandari, G. (2008). *Prevalensi Gangguan Obstruksi Paru dan Faktor-Faktor yang Berhubungan pada Pekerja Dermaga dan silo Gandum di PT X Jakarta*.  
[www.rguhs.ac.in/cdc/onlinecdc/uploads/05\\_N128\\_209868.doc](http://www.rguhs.ac.in/cdc/onlinecdc/uploads/05_N128_209868.doc)
- Cooper, D., & Alley, F. (1994). *Air Pollution Control A Design Approach*. Waveland Press, Inc.
- Department for Environmental Food and Rural Affairs. (2014). *Effects of Air Pollution*. [uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/effects](http://uk-air.defra.gov.uk/air-pollution/effects)
- International Labour Organization (ILO). (2003). *Safety in Numbers for a Global Safety Culture at Work*. 1–27.  
[https://www.google.co.id/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi\\_rM\\_GkNPVAhUFpo8KHfKtDaUQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fwcmssp5%2Fgroups%2Fpublic%2F---ed\\_protect%2F---protrav%2F---safework%2Fdocuments%2Fpublication%2Fwc](https://www.google.co.id/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi_rM_GkNPVAhUFpo8KHfKtDaUQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fwcmssp5%2Fgroups%2Fpublic%2F---ed_protect%2F---protrav%2F---safework%2Fdocuments%2Fpublication%2Fwc)
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Pekerja Industri Pertambangan Rentan Terkena Pneumoconiosis*. 8–9.  
<http://www.depkes.go.id/article/view/15111300003/pekerja-industri-pertambangan-rentan-terkena-pneumoconiosis.html>
- Manuputty, A. (2007). *Hubungan Paparan Debu Terigu Terhadap Kualitas Hidup Penderita Rinitis Akibat Kerja, Studi Pada Pekerja Yang Terpapar Debu Terigu di PT X*.  
<http://eprints.undip.ac.id/17854/1/.pdf>
- Mengkidi. (2006). *Gangguan Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya pada Karyawan PT. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan*. Universitas Diponegoro.
- Meo, S. (2003). Chest Radiological Findings in Pakistani Cement Factory Workers. *Saudi Medical Journal*, 3, 287–290.  
<http://translate.google.co.id/translate?hl=id&langpair=en%7Cid&u=http%3A%2F%2Fwww.smj.org.sa/DetailArticle.asp%3A%3FArticleId%3D1198%3A>
- Mulyono. (1997). *Peraturan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Harvindo.
- Salisa, S. (2011). *Paparan Asap dari Aktivitas Pengasapan Ikan Terhadap Keluhan Mata, Pernapasan dan Fungsi Paru (Studi di Jalan Kejawan Lor Kelurahan Kenjeran, Kecamatan Bulak, Surabaya)*.
- Semen Padang. (2001). *Kebijakan-Kebijakan Dasar Perusahaan*. PT. Semen Padang.
- Sirait, M. (2010). *Hubungan Karakteristik Pekerja dengan Faal Paru di Kilang Padi Kecamatan Porsea Tahun 2010*.  
<http://www.repository.usu.ac.id/handle/123456789/17738>
- Somavia, J. (2005). *Facts On Safety at Work*.  
[https://www.google.co.id/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjS\\_cuqhdPVAhWMLo8KHXM\\_BK4QFggwMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fwcmssp5%2Fgroups%2Fpublic%2F---dgreports%2F---dcomm%2Fdocuments%2Fpublication%2Fwems\\_067574.pdf&usg](https://www.google.co.id/url?sa=t&rc=t=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjS_cuqhdPVAhWMLo8KHXM_BK4QFggwMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.ilo.org%2Fwcmssp5%2Fgroups%2Fpublic%2F---dgreports%2F---dcomm%2Fdocuments%2Fpublication%2Fwems_067574.pdf&usg)
- Suma'mur. (2009). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. CV.Gunung Agung.
- World Health Organization. (2016). *WHO 's Urban Ambient Air Pollution database*. [www.who.int/phe](http://www.who.int/phe)