

KADAR DEBU SEMEN TERHIRUP MENGGUNAKAN *PERSONAL DUST SAMPLER* DAN GANGGUAN FAAL PARU PADA OPERATOR UNIT *FINISH MILL*

CONCENTRATION OF RESPIRABLE CEMENT DUST USING PERSONAL DUST SAMPLER AND PULMONARY FUNCTION IMPAIRMENT OF FINISH MILL OPERATORS

Glori Abdiningsih Rachmani

Puskesmas Tuban

Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo, No. 45, Sidorejo

Kec. Tuban, Kabupaten Tuban, Jawa Timur, Indonesia 62315

E-mail: glorirachmanii@gmail.com

ABSTRACT

Exposure to dust in the work environment is a potential factor that can cause impaired pulmonary function. Concentration of dust in the air is one factor that affects the severity caused. Higher exposure to dust in the air, increase the risk of impaired pulmonary function. The objective of the research was to analyze the exposure to respirable cement dust and pulmonary function impairment of Finish Mill operators in PT. Semen Indonesia, Tuban Regency. This study used a cross-sectional study design, with the number of sample using purposive sampling method as many as 10 people. The level of inhaled semen dust is measured using a Personal Dust Sampler (PDS). The characteristics of workers are also seen include age, length of employment, smoking habits, use of personal protective equipment and respiratory complaints felt. The results of this study were 90% of operators with respirable dust levels > 3 mg/m³. The highest respirable dust content was 26,7151 mg/m³. The lowest respirable dust content was 1.4665 mg/m³. In addition, 22.2% of operators who have inhaled dust levels > 3 mg/m³ have impaired pulmonary function. Conclusions can be drawn pulmonary function impairment more experienced by operators aged 36 - 45 years, with a working period of more than 15 years. Smoking habits and respiratory history may be seen from operator respiratory complaints.

Keywords: *finish mill operators, pulmonary function test, respirable cement dust*

ABSTRAK

Paparan debu di lingkungan kerja merupakan faktor potensial yang dapat menyebabkan gangguan faal paru. Konsentrasi kadar debu di udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keparahan yang ditimbulkan. Semakin tinggi paparan debu di udara, maka semakin tinggi pula risiko gangguan faal paru yang ditimbulkan. Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menganalisis paparan debu semen terhirup menggunakan *Personal Dust Sampler* dan gangguan faal paru pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia di Kabupaten Tuban. Penelitian ini menggunakan rancangan studi *cross sectional*, dengan besar sampel menggunakan metode *purposive sampling* sebanyak 10 orang. Kadar debu semen terhirup diukur menggunakan *Personal Dust Sampler* (PDS). Faktor lain yang diteliti adalah usia, masa kerja, kebiasaan merokok, penggunaan alat pelindung pernafasan dan keluhan kesehatan pernafasan. Hasilnya sebesar 90% operator yang memiliki kadar debu terhirup > 3 mg/m³. Kadar debu terhirup tertinggi adalah sebesar 26,7151 mg/m³ dan telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan. Kadar debu terhirup terendah adalah sebesar 1,4665 mg/m³. Sebesar 22,2% operator yang memiliki kadar debu terhirup > 3 mg/m³ mengalami gangguan faal paru. Kesimpulan yang dapat diambil gangguan faal paru lebih banyak dialami oleh operator yang usia 36 – 45 tahun, dengan masa kerja lebih dari 15 tahun. Kebiasaan merokok dan riwayat penyakit pernafasan dapat terlihat dari keluhan pernafasan operator.

Kata kunci: kadar debu semen terhirup, pemeriksaan faal paru, operator unit finish mill

PENDAHULUAN

Semen diartikan sebagai bahan perekat yang mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan terdiri atas 3 bagian

yaitu: bahan baku utama, bahan pengoreksi dan bahan tambahan. Bahan utama antara lain adalah batu kapur (*limestone*) sebagai sumber calcium oksida (CaO), pasir silika sebagai sumber silika

oksida (SiO_2), tanah liat (*clay*) sebagai sumber aluminium oksida (Al_2O_3), dan magnesium oksida (MgO), dan pasir besi (*iron sand*) sebagai sumber besi oksida (Fe_2O_3). Bahan pengoreksi seperti pasir silika (sebagai bahan pengoreksi silika) dan pasir besi (sebagai pengoreksi besi). Bahan tambahan (aditif) seperti gipsum, abu terbang (*fly ash*), *trass*, dan batu kapur (*limestone*). Tanah liat berfungsi sebagai sumber-sumber oksida alumina, besi dan silika. Pasir silika mengandung SiO_2 lebih dari 70%. Bahan ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur alkali tanah. Tanah liat di alam berupa campuran berbentuk *clay* atau *shale* Bahan aditif atau bahan tambahan dicampurkan ke klinker yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisika dan kimia semen. Bahan tambahan yang digunakan yaitu gipsum, abu terbang dan batu kapur. Semen tersebut disebut sebagai semen campuran (*blended cement*).

Semen merupakan hasil industri yang terdiri dari bahan baku berupa: batu kapur / *limestone* dan tanah liat sebagai bahan utama yang di proses melalui penghancuran, pencampuran dan pembakaran menghasilkan *klinker*. Kemudian dilakukan proses penggilingan *Klinker* ditambah dengan gipsum (CaSO_4) dalam proporsi yang sesuai dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk (Mengkidu, 2006).

Adanya pabrik semen di Kabupaten Tuban dengan kapasitas produksi yang besar juga dapat menimbulkan pencemaran yang besar pula. Menurut Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan PT. Semen Indonesia (Persero), Tbk Tahun 2013, pada produksi semen sebesar 9.279.800 kg dapat menghasilkan beban emisi absolut partikulat sebesar 624.174 kg, SO_2 sebesar 287.823 kg, NO_2 sebesar 3.278.216 kg dan CO_2 sebesar 6.481.192 kg. Hal ini sangat berisiko menyebabkan gangguan faal paru pekerja, karena setiap kali bekerja harus terpapar dengan debu semen, SO_2 , CO_2 dan NO_2 .

Nilai Ambang Batas (NAB) merupakan standar yang digunakan untuk mengendalikan jumlah paparan tanpa mengakibatkan penyakit atau mengganggu kesehatan dalam waktu 8 jam per hari atau 40 jam per minggu. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian yang dilakukan pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen pelabuhan Malundung Kota Tarakan Kalimantan Timur dengan hasil pengukuran menggunakan *dust sampler* diperoleh hasil 20 (60,6%) orang pekerja mengalami gangguan fungsi paru dan 13 (3,4%) memiliki fungsi paru normal bekerja pada lingkungan kerja yang melebihi NAB, sedangkan

tidak terdapat pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru dan satu (100%) pekerja memiliki fungsi paru normal yang bekerja pada lingkungan kerja dengan kadar debu di bawah NAB (Adha, dkk., 2012).

Penyakit atau gangguan fungsi paru akibat kerja yang disebabkan oleh debu diperkirakan cukup banyak di Indonesia. Peningkatan gejala gangguan saluran pernafasan dapat dipengaruhi oleh peningkatan paparan debu di udara selama bekerja. Hasil penelitian Atmaja dan Denny (2007) didapatkan bahwa kadar debu di unit *Finish Mill* PT. Semen Gresik (Persero) Tbk., Gresik masih di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan. 50% tenaga kerja merasa paparan debu agak mengganggu, sebagian besar tenaga kerja mengalami keluhan saluran pernafasan berupa bersin (62,5%) dan batuk (54,2 %) yang terjadi pada tenaga kerja usia antara 50–59 tahun dengan masa kerja selama 26–30 tahun, memiliki kebiasaan merokok dan jarang menggunakan masker (Atmaja dan Denny., 2007).

Debu semen dapat menjadi faktor risiko Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK). Terdapat 2 macam PPOK yang dapat diakibatkan dari paparan debu semen yaitu, bronkhitis kronis dan emfisema. Bronkhitis kronis merupakan suatu peradangan pada dinding saluran pernafasan yang dapat mengakibatkan saluran pernafasan menjadi berlendir dan menyempit sehingga dapat mempengaruhi laju pertukaran udara. Sedangkan emfisema merupakan suatu kelainan anatomis paru yang ditandai oleh pelebaran rongga udara bronkiolus disertai kerusakan dinding alveoli. Pada umumnya, PPOK menyebabkan gangguan fungsi faal paru dan mempengaruhi orang yang berusia lebih dari 40 tahun (Nukman, 2005).

Pemeriksaan faal paru bagi pekerja merupakan suatu upaya pencegahan / deteksi dini supaya tidak terjadi Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) yang bersifat *irreversible*. Pemeriksaan faal paru dianjurkan bagi pekerja yang terpapar debu untuk dilakukan setiap tahun (Rahmatullah, 2006).

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kadar debu semen terhirup menggunakan *Personal Dust Sampler* dan gangguan faal paru pada operator unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia, Tuban.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif melalui pendekatan

cross sectional study dan uji koefisien asosiasi menggunakan *phi coefficient*. Penelitian ini dilakukan di PT. Semen Indonesia di Desa Sumber Arum, Kecamatan Kerek, Tuban, Jawa Timur pada April hingga Mei 2017.

Populasi adalah seluruh operator unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia sebanyak 28 orang. Sampel penelitian adalah operator lapangan yang bekerja di unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia. Penarikan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan besar sampel sebanyak 10 orang. Terbagi dalam 3 *shift* yaitu *shift* 1 sebanyak 3 orang, *shift* 2 sebanyak 5 orang dan *shift* 3 sebanyak 2 orang.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah kadar debu semen terhirup, dan karakteristik pekerja seperti usia, masa kerja, kebiasaan merokok dan penggunaan alat pelindung pernafasan. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah gangguan faal paru pekerja.

Pengukuran terhadap kadar debu yang terhirup oleh pekerja dilakukan menggunakan *Personal Dust Sampler* (PDS) dengan menggunakan *cyclone* sehingga debu yang tersaring merupakan *respirable dust*/debu terhirup. Pengukuran spirometri untuk faal paru menggunakan data sekunder berupa hasil *medical check up* tahunan mulai Januari sampai dengan Juni 2017. Untuk mengukur usia pekerja, masa kerja, penggunaan APD dan kebiasaan merokok peneliti menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada pekerja. Keluhan pernafasan menggunakan kuesioner *American Thoracic Society*. Analisis data dilakukan dengan *crosstab*. Penyajian data penelitian ini disajikan dalam bentuk tabulasi silang dan narasi.

HASIL

Gambaran Umum Perusahaan

PT. Semen Indonesia bergerak di bidang industri semen dan *Holding Group* yang terdiri dari 3 perusahaan produsen semen di Indonesia dan satu perusahaan di Vietnam, yaitu PT. Semen Gresik, PT. Semen Padang, PT. Semen Tonasa, dan *Thang Long Cement Company*.

Di Kabupaten Tuban terdapat sumber bahan baku semen yang berlimpah yaitu, batu kapur. Terdapat beberapa pabrik semen yang berdiri di daerah ini. PT Semen Indonesia merupakan pabrik semen dengan kapasitas terbesar di Kabupaten Tuban yaitu sekitar 8,5 juta ton / tahun. Jenis produk semen yang diproduksi oleh PT. Semen Indonesia

adalah semen *Portland* yang memenuhi Standar Industri Indonesia SII-0013 1981.

Unit *finish mill* PT. Semen Indonesia merupakan unit terakhir dalam proses produksi sebelum masuk ke dalam unit pengepakan/*packer*. Setiap unit produksi di PT. Semen Indonesia bekerja secara kontinyu, sehingga di dalam unit ini terbagi dalam 3 *shift*, yaitu *shift* 1 pada pukul 07.30–16.30, *shift* 2 pada pukul 15.30–23.30, dan *shift* 3 pada pukul 23.00–07.30. Setiap *shift* memiliki jam istirahat selama 1 jam. Operator pada unit ini juga memiliki *control room* yang digunakan sebagai tempat istirahat, *stand by*, dan memantau laju produksi.

Penggilingan akhir merupakan unit yang berfungsi menggiling campuran klinker dan *gypsum* atau campuran *klinker*, *gypsum* dan *trass*. Alat yang digunakan pada unit ini adalah tipe *Ball Mill* yang berbentuk silinder horizontal. Di dalam *Ball Mill* akan terjadi penghancuran material karena tumbukan antara bola-bola baja dan material. Material yang semula berukuran 90 mikron akan dihancurkan menjadi material berukuran 325 mesh. Hasil dari proses produksi di dalam unit *finish mill* ini disebut dengan semen.

PT. Semen Indonesia telah melakukan pengendalian debu dengan menggunakan teknologi penyerapan debu semen di setiap tempat proses produksi, untuk unit *Finish Mill* menggunakan *Bag filter*. *Bag filter* diletakkan di dekat alat yang menghasilkan banyak debu dan di setiap sisi gedung. Alat yang digunakan untuk menyaring gas yang berisi debu pekat dengan proses penyaringan, pengumpulan dan pembuangan gas bersih ke atmosfer dan debu yang kotor dikumpulkan untuk dimasukkan kembali dalam proses produksi. Tetapi hal tersebut masih belum efektif untuk menangkap debu yang berukuran kecil atau sangat halus sehingga kadar debu semen yang terhirup melebihi nilai ambang batas.

Pada proses produksi, seluruhnya menggunakan proses kering. Pada lingkungan kerja unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia terdapat banyak debu bertebaran, meskipun ada pekerja yang membersihkan jalan dari debu, tetapi debu tersebut hanya diletakkan di pinggir jalan sehingga dengan mudah dapat tersebar kembali ke udara. Di dalam area alat produksi yang terdiri dari kurang lebih 7 lantai juga terdapat debu yang menempel di dinding, lantai dan tangga. Hal tersebut dikarenakan beberapa pipa yang bocor, dan beberapa alat produksi yang menggunakan sistem terbuka. Selain itu untuk alat

transportasi bahan juga menggunakan *belt conveyor* yang terbuka. Sehingga kadar debu di lingkungan kerja sangat tinggi.

Kadar Debu Semen Terhirup Operator Unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1, kadar debu semen terhirup pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia, terdapat 9 orang responden yang memiliki kadar debu terhirup $> 3 \text{ mg/m}^3$, yaitu sebesar 90%. Kadar debu terhirup tertinggi adalah sebesar $26,7151 \text{ mg/m}^3$. Kadar debu semen terhirup yang tinggi dapat disebabkan oleh tingginya kadar debu di lingkungan kerja.

Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia

Pengukuran faal paru pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia dilakukan dengan alat spirometri. Pengukuran ini dilakukan oleh perusahaan setiap setahun sekali. *Check up* berkala

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Debu Semen Terhirup unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia Tahun 2017

Responden	Shift/ Lokasi	Kadar Terukur (mg/m^3)
Responden 1	1 / Tuban 1,2	13,6831
Responden 2	1 / Tuban 1,2	26,7151
Responden 3	1 / Tuban 1,2	17,6072
Responden 4	2 / Tuban 1,2	7,6276
Responden 5	2 / Tuban 1,2	15,33
Responden 6	2 / Tuban 1,2	15,8633
Responden 7	2 / Tuban 3,4	1,4665
Responden 8	2 / Tuban 3,4	7,4104
Responden 9	3 / Tuban 1,2	6,1069
Responden 10	3 / Tuban 1,2	15,3169

Tabel 2. Distribusi Responden Berdasarkan Kondisi Faal Paru unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia Tahun 2017

Faal Paru	N	%
Normal	8	80
Tidak Normal	2	20
Total	10	100

Sumber: Hasil Cek Kesehatan Karyawan PT Semen Indonesia Tahun 2017

dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan di Poliklinik Semen Gresik.

Tabel 2 diketahui bahwa dari 10 responden, 2 responden memiliki kondisi gangguan faal paru restriktif dengan derajat keparahan ringan yaitu sebesar 20%.

Karakteristik Operator Unit *Finish Mill* PT Semen Indonesia

Operator merupakan *host* dari *agent* debu yang dapat masuk ke paru melalui saluran pernafasan. Efek dari debu yang masuk ke dalam saluran pernafasan dapat bermacam-macam. Salah satunya dapat dipengaruhi oleh karakteristik individu seperti usia, masa kerja, kebiasaan merokok, dan penggunaan alat pelindung pernafasan.

Usia responden dalam penelitian ini yaitu tahun responden dilahirkan hingga tahun penelitian dilakukan. Berdasarkan hasil di atas dapat diketahui dari 10 orang responden *range* usia responden adalah 26–41 tahun.

Hasil wawancara didapatkan bahwa Sebanyak 5 orang responden yang telah bekerja selama 6–10 tahun dan 5 responden lainnya yang bekerja antara 16–20 tahun. Masa kerja tertinggi adalah 20 tahun dan terendah adalah 6 tahun. Masa kerja terbanyak dari responden adalah 20 tahun.

Kebiasaan merokok responden lebih sedikit dibandingkan yang tidak merokok yaitu 40%, sedangkan responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok sebesar 6 responden yaitu 60%. Responden yang memiliki kebiasaan merokok sebanyak 2 orang termasuk dalam kategori perokok ringan dengan *Indeks Brinkman* (IB) masing-masing sebesar 128 dan 180. 2 orang lainnya termasuk perokok sedang dengan *Indeks Brinkman* (IB) masing-masing sebesar 208 dan 240.

Tabel 3. Karakteristik Responden Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Karakteristik Responden	n	%	
Usia	25–35	5	50
	36–45	5	50
Masa Kerja	5–10	5	50
	> 15	5	50
Kebiasaan Merokok	Ya	4	40
	Tidak	6	60
Penggunaan APD	Ya	10	100
	Tidak	0	0

Penggunaan alat pelindung pernafasan merupakan kebiasaan memakai bahan penutup hidung berupa masker atau respirator sebagai alat pelindung pernafasan dari debu terhirup. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia, seluruh responden menyatakan selalu menggunakan respirator saat bekerja di lapangan. Berdasarkan observasi beberapa responden sering melepas respirator ketika berada di lapangan terlalu lama. Setiap operator memiliki respirator masing-masing dan bertanggung jawab atas pemeliharaannya. Setiap operator memakai respirator berjenis *Air Purifying Respirator* (APR) yang bertipe *Single Half Face Respirator*. Respirator tersebut bernama *Organic Vapor and Acid Gas Cartridge Filter 3303K-100* yang dapat digunakan untuk menyaring debu dan gas kimia menggunakan filter. Filter dapat diganti sesuai kebutuhan operator, rata-rata diganti setiap satu bulan sekali oleh inisiatif masing-masing operator.

Analisis Kadar Debu Semen Terhirup dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Faktor debu pada lingkungan kerja dalam penelitian ini memiliki hubungan dengan gangguan faal paru yang dialami pekerja. Berdasarkan hasil pengukuran kadar debu semen terhirup pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia.

Tabel 4 diperoleh hasil bahwa terdapat 2 orang responden yang mengalami gangguan faal paru restriktif dengan tingkat keparahan ringan dengan jumlah kadar debu yang terhirup > 3 mg/m³ sebanyak 22,2%. Berdasarkan uji koefisien asosiasi antara kadar debu terhirup dengan faal paru operator maka didapatkan nilai *phi coefficient* sebesar 0,167 yang artinya memiliki kekuatan asosiasi yang lemah.

Tabel 4. Tabulasi Silang antara Kadar Debu Semen Terhirup dengan Faal Paru Pekerja Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Kadar Debu Semen Terhirup	Faal Paru				Total	
	Normal		Tidak Normal			
	n	%	n	%	N	%
≤ 3 mg/m ³	1	100	0	0	1	100
> 3 mg/m ³	7	77,8	2	22,2	9	100
Total	8	80	2	20	10	100

Analisis Usia Pekerja dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Pada variabel karakteristik individu yang diteliti yaitu usia, masa kerja, kebiasaan merokok, penggunaan alat pelindung diri saluran pernafasan, status gizi, dan riwayat penyakit paru.

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan hasil bahwa operator yang memiliki kondisi faal paru tidak normal berada di rentang usia antara 36–45 tahun sebanyak 40%. Berdasarkan uji koefisien asosiasi antara usia dan faal paru operator maka didapatkan nilai *phi coefficient* sebesar 0,468 yang artinya memiliki kekuatan asosiasi yang sedang.

Analisis Masa Kerja dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Lama paparan seseorang terhadap paparan debu yang mengakibatkan gangguan faal paru dapat ditentukan oleh masa kerja. Semakin lama masa kerja, besar kemungkinan seseorang mendapat risiko gangguan faal paru.

Tabel 6 didapatkan hasil bahwa keseluruhan responden bekerja lebih dari 15 tahun dan terdapat 2 orang yang memiliki gangguan faal paru yaitu sebesar 40%. Berdasarkan uji koefisien asosiasi

Tabel 5. Tabulasi Silang antara Usia Pekerja dengan Faal Paru Pekerja unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Usia Pekerja	Faal Paru				Total	
	Normal		Tidak normal			
	n	%	n	%	N	%
25–35	5	100	0	0	5	100
36–45	3	60	2	40	5	100
Total	8	80	2	20	10	100

Tabel 6. Tabulasi Silang antara Masa Kerja dengan Faal Paru Pekerja unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Masa Kerja	Faal Paru				Total	
	Normal		Tidak Normal			
	n	%	n	%	N	%
5–10	5	100	0	0	5	100
>15	3	60	2	40	5	100
Total	8	80	2	20	10	100

antara masa kerja dan faal paru operator maka didapatkan nilai *phi coefficient* sebesar 0,5 yang artinya memiliki kekuatan asosiasi yang sedang.

Analisis Kebiasaan Merokok dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Asap rokok memberikan dampak negatif jangka panjang bagi perokok aktif maupun pasif. Terpapar asap rokok tetap menjadi risiko untuk masalah kesehatan. Tenaga kerja yang mempunyai kebiasaan merokok mempunyai risiko atau pemicu timbulnya keluhan subyektif saluran pernafasan dan gangguan paru pada tenaga kerja Tabel tabulasi silang antara kebiasaan merokok dengan faal paru.

Dari Tabel 7 didapatkan hasil bahwa operator yang memiliki gangguan faal paru adalah yang tidak merokok sebanyak 2 orang, yaitu 33,3%. Sehingga kebiasaan merokok tidak menjadi variabel yang berhubungan dengan gangguan faal paru operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia karena sebagian besar responden tidak merokok. Berdasarkan uji koefisien asosiasi antara kebiasaan merokok dan faal paru operator maka didapatkan nilai *phi coefficient* sebesar 0,408 yang artinya memiliki kekuatan asosiasi yang sedang.

Analisis Penggunaan Alat Pelindung Pernafasan dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Penggunaan alat pelindung pernafasan dengan faal paru pekerja didapatkan hasil bahwa semua operator sudah menggunakan alat pelindung pernafasan, tetapi belum digunakan dengan benar. Sehingga terdapat 2 orang yang memiliki gangguan faal paru yaitu sebanyak 20%.

Analisis Keluhan Pernafasan dengan Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Dari Tabel 8 didapatkan hasil bahwa operator yang memiliki keluhan pernafasan sedang adalah operator yang memiliki gangguan faal paru sejumlah 2 orang yaitu sebesar 50%. Keluhan pernafasan yang dimaksud adalah batuk, dahak, batuk disertai dahak, sesak nafas, mengi, flu, dan sakit pada dada.

Berdasarkan hasil wawancara dengan operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia, terdapat 6 orang responden yang memiliki keluhan ringan yaitu sebesar 60% dan 4 orang lainnya memiliki keluhan pernafasan sedang sebesar 40%. Keluhan pernafasan

Tabel 7. Tabulasi Silang antara Kebiasaan Merokok dengan Faal Paru Pekerja unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Keluhan Pernafasan	Faal Paru				Total	
	Normal		Tidak normal		N	%
	n	%	n	%		
Ringan	6	100	0	0	6	100
Sedang	2	50	2	50	4	100
Total	8	80	2	20	10	100

Tabel 8. Tabulasi Silang antara Keluhan Pernafasan dengan Faal Paru Pekerja unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia Tahun 2017

Kebiasaan Merokok	Faal Paru				Total	
	Normal		Tidak Normal		N	%
	n	%	n	%		
Merokok	4	80	0	0	4	100
Tidak Merokok	4	80	2	20	6	100
Total	8	80	2	20	10	100

pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia didominasi oleh batuk sebanyak 4–6 kali selama seminggu dan sesak nafas. Beberapa operator juga merasakan kelelahan dan kehabisan nafas apabila berjalan cepat atau berjalan menanjak.

Pada hasil tabulasi silang antara gangguan faal paru dan keluhan pernafasan pekerja, didapatkan hasil bahwa pekerja dengan keluhan pernafasan sedang yang memiliki kondisi faal paru tidak normal yaitu sebanyak 50%. Sebanyak 60% responden mengalami keluhan pernafasan ringan dan 40% responden mengalami keluhan pernafasan sedang.

Berdasarkan uji koefisien asosiasi antara usia dan faal paru operator maka didapatkan nilai *phi coefficient* sebesar 0,612 yang artinya memiliki kekuatan asosiasi yang kuat.

PEMBAHASAN

Debu merupakan partikel-partikel zat padat yang disebabkan oleh kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan organik maupun anorganik. Partikel zat padat banyak dihasilkan oleh berbagai macam industri, salah satunya adalah industri semen yang

mempunyai dampak terhadap pencemaran udara oleh debu.

Setiap proses dalam pembuatan semen di PT. Semen Indonesia menghasilkan debu, karena merupakan industri yang menggunakan proses kering, sehingga partikel debu berterbangan bebas di udara. Di dalam unit *Finish Mill* terdapat proses penggilingan klinker sampai berukuran 325 mesh, apabila belum sesuai maka akan dikembalikan melalui separator ke dalam *Ball Mill* sehingga menghasilkan debu yang sangat halus dan dapat masuk ke dalam sistem pernafasan. Semakin kecil ukuran debu semakin besar potensi gangguan faal paru pekerja yang ditimbulkan karena debu dengan ukuran kurang dari 1 mikron dapat masuk dalam alveolus.

Berdasarkan hasil pengukuran *Personal Dust Sampler*, Kadar debu semen terhirup pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia sudah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri yaitu sebesar 3 mg/m³. Kadar debu terhirup tertinggi adalah sebesar 26,7151 mg/m³. Kadar debu terhirup terendah adalah 1,4665 mg/m³. Akan sangat berbahaya bagi operator yang bekerja secara terus-menerus di lingkungan kerja dengan kadar debu semen yang terhirup melebihi nilai ambang batas. Penyakit pernapasan kronis seperti, emfisema paru, asma *bronchiale*, *bronchitis* kronis bahkan kanker paru dapat disebabkan oleh pencemaran debu (Soedomo, 1999).

Kondisi Faal Paru Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Kondisi faal paru setiap pekerja di PT. Semen Indonesia selalu diperhatikan melalui cek kesehatan berkala yang dilakukan setiap satu tahun sekali di Klinik Semen Gresik, Tuban. Kondisi faal paru setiap pekerja di PT. Semen Indonesia diukur dengan menggunakan spirometer. Hasil pengukuran faal paru tahun terakhir didapatkan dari bagian personalia perusahaan. Dari hasil didapatkan bahwa ada 2 orang responden yang mengalami gangguan faal paru restriksi dengan tingkat keparahan ringan, yaitu sekitar 20%. Pada kondisi restriksi nilai FEV1 dan FVC akan mengalami penurunan, sedangkan nilai FEV1/ FVC normal atau mengalami

kenaikan. Gangguan restriksi paru biasanya ditandai berkurangnya volume paru yang disebabkan oleh bahan alergenik seperti jamur, spora, dan debu (Lestari, 2010).

Kadar debu semen terhirup yang tinggi diikuti dengan 22,2% pekerja yang mengalami gangguan faal paru, diperkuat dengan penelitian Windari (2016) yaitu gangguan faal paru pada pekerja bagian *refinery* di PT. Antam Tbk UBPN Sultra, dengan hasil uji keamatan sebesar 0,031 (hubungan sedang). Dari hasil analisis penelitian ini, menyatakan bahwa kadar debu di udara memiliki hubungan yang sedang terhadap gangguan fungsi paru.

Terdapat hubungan antara paparan debu di udara dengan gangguan faal paru, sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar debu merupakan salah satu faktor risiko penyebab gangguan faal paru (Yulaekah, 2007).

Semakin tinggi paparan debu pada lingkungan kerja maka semakin tinggi pula risiko terhadap gangguan faal paru pada pekerja. Menurut Suma'mur (2013) salah satu faktor yang memperparah gangguan faal paru yang dialami yaitu konsentrasi kadar debu, sehingga berbanding lurus antara tingginya paparan debu dan gangguan faal paru.

Karakteristik Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Usia operator di unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia antara 25 tahun sampai 45 tahun. Berdasarkan tabulasi silang antara usia pekerja dan gangguan faal paru didapatkan hasil bahwa operator yang memiliki kondisi faal paru tidak normal berada di rentang usia antara 36–45 tahun. Hal ini sesuai dengan teori menurut Suma'mur (2013), efek gangguan kesehatan karena paparan partikel sebagai bahan kimia disebabkan karena berbagai faktor, seperti sifat fisik partikel, sifat kimia partikel, dan faktor individu dari pekerja itu sendiri. Faktor dari pekerja itu sendiri meliputi usia, penyesuaian diri, daya tahan tubuh terhadap penyakit, dan derajat kesehatan tubuh pekerja.

Seluruh operator telah bekerja lebih dari 5 tahun. Berdasarkan tabulasi silang antara masa kerja dan gangguan faal paru didapatkan hasil bahwa operator yang memiliki kondisi faal paru tidak normal adalah operator yang telah bekerja lebih dari 15 tahun. Berdasarkan studi menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki masa kerja lebih dari 10 tahun mempunyai risiko yang lebih besar terkena obstruksi paru pada pekerja industri yang berdebu (Sugeng, dkk., 2003). Hal ini sesuai dengan teori

menurut Wardhana (2001) Pekerja yang bekerja dengan lingkungan kerja yang memiliki kadar debu tinggi dalam waktu lama memiliki risiko yang tinggi pula terkena obstruksi paru.

Berdasarkan tabulasi silang antara kebiasaan merokok dan gangguan faal paru didapatkan hasil bahwa operator yang tidak merokok memiliki gangguan faal paru sebanyak 20%. Sebagian besar operator tidak memiliki kebiasaan merokok dan tidak memiliki riwayat merokok sebelumnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan antara status merokok dengan gangguan faal paru. Hal tersebut disebabkan oleh mayoritas operator berstatus tidak merokok. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ardam (2015) yang menyatakan bahwa pekerja dengan status faal paru normal terdapat pada kelompok perokok aktif (17,39%), sehingga tidak ada hubungan antara status merokok dengan kejadian gangguan faal paru pekerja *overhaul power plant* PT. PJB Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Timur.

Penggunaan alat pelindung pernafasan pada operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia salah satunya adalah respirator berjenis *Air Purifying Respirator* (APR) yang bertipe *Single Half Face Respirator*. Respirator pemurni udara yang bermanfaat untuk membersihkan udara dengan cara menyaring atau menyarap kontaminan udara dengan toksinitas rendah sebelum memasuki sistem pernapasan. Alat pembersihnya terdiri dari filter untuk menangkap debu dari udara atau tabung kimia yang berfungsi untuk menyerap gas, uap dan kabut. Pemakaian respirator oleh pekerja industri yang udaranya banyak mengandung debu, merupakan upaya mengurangi masuknya partikel debu ke dalam saluran pernapasan. Mengenakan respirator, diharapkan pekerja dapat terlindung dari kemungkinan terjadinya gangguan pernapasan akibat terpapar udara yang kadar debunya tinggi.

Tidak terdapat jaminan bahwa dengan mengenakan respirator, seorang pekerja di industri dapat terhindar dari kemungkinan terjadinya gangguan pernapasan. Penggunaan respirator dapat dipengaruhi oleh beberapa hal untuk menentukan tingkat perlindungannya yaitu jenis dan karakteristik debu, serta kemampuan masker yang digunakan untuk menyaring debu. Perlindungan kesehatan pernafasan pekerja yang berada pada lingkungan kerja yang berdebu dapat dilakukan dengan

menerapkan kebiasaan terhadap penggunaan masker sesuai dengan ketentuan yang baik dan benar.

Keluhan Pernafasan Operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia

Pada variabel keluhan pernafasan pada pekerja diteliti dengan menggunakan kuesioner standar *American Thoracic Society* (ATS). Beberapa keluhan pernafasan yang ditanyakan kepada pekerja adalah batuk, dahak, serangan batuk dan dahak, nafas berbunyi mengi, sesak nafas, flu dan sakit pada dada. Berdasarkan hasil wawancara dengan operator unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia, terdapat 6 orang responden yang memiliki keluhan ringan yaitu sebesar 60% dan 4 orang lainnya memiliki keluhan pernafasan sedang sebesar 40 %.

Pada hasil tabulasi silang antara gangguan faal paru dan keluhan pernafasan pekerja, didapatkan hasil bahwa pekerja dengan keluhan pernafasan sedang yang memiliki kondisi faal paru tidak normal yaitu sebanyak 50%. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Atmaja dan Denny (2007) di Bagian *Finish Mill* PT. Semen Gresik (Persero) terdapat hasil pengukuran debu yang masih berada di bawah Nilai Ambang Batas. Sebanyak 50% pekerja masih merasa terganggu terhadap paparan debu, dan sebanyak 87,5% pekerja mengalami keluhan subyektif pada saluran pernafasan. Keluhan subyektif yang dialami pekerja yaitu bersin sebanyak 62,5% dan batuk sebanyak 54,2%.

SIMPULAN

Kadar debu semen terhirup tertinggi pada operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia adalah sebesar 26,7151 mg/m³, dengan median 12,7127 mg/m³. Sebagian besar operator memiliki kondisi faal paru normal, terdapat 2 dari 10 orang responden mengalami gangguan faal paru retriksi dengan tingkat keparahan ringan.

Gangguan faal paru lebih banyak dialami oleh operator yang bekerja di lingkungan kerja yang terpapar debu semen terhirup > 3 mg/m³, dengan karakteristik usia 36–45 tahun, masa kerja lebih dari 15 tahun, tidak selalu memakai alat pelindung pernafasan berupa respirator. Keluhan pernafasan yang banyak dialami oleh operator adalah keluhan pernafasan ringan sebesar 60% dan keluhan pernafasan sedang sebanyak 40%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para responden dan karyawan operator Unit *Finish Mill* PT. Semen Indonesia, serta pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, R. N., Rafael, D., Masyittha, M., 2013. Faktor yang mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Kalimantan Timur. *Repository Universitas Hasanuddin* [online]: pp. 1-7
- Ardam, K. A. Y., 2015. Hubungan Paparan Debu dan Lama Paparan dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Overhaul Power Plant. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, [e-Journal] 4(2): pp. 155-166
- Atmaja, A., Denny A., 2007. Identifikasi Kadar Debu di Lingkungan Kerja dan Keluhan Subjektif Pernafasan Tenaga Kerja Bagian Finish Mill. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, [e-Journal] 3(2): pp. 161-172
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016. Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Jakarta: Kementerian Kesehatan.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 Tahun 2011. Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia Di Tempat Kerja. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi
- Lestari, A., 2010. Pengaruh Paparan Debu Kayu Terhadap Gangguan Fungsi Paru Tenaga Kerja Di Cv. Gion & Rahayu, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo Jawa Tengah. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Mengkidi, D., Nurjazuli., Sulistyani., 2006. Gangguan Fungsi Paru dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya pada Karyawan PT. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, [e-Journal] 5(2): pp. 59-63
- Nukman, A., 2005. *Analisis Manajemen dan Komunikasi Risiko Kesehatan Pertambangan Kapur*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Rahmatullah, P., 2006. *Penyakit Paru Lingkungan-Kerja*. Semarang: Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP
- Semen Indonesia., 2013. Ringkasan Kinerja Pengelolaan Lingkungan PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Proper, [online]: pp. 1-20
- Suma'mur., 2013. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Sagung Seto
- Soedomo, M., 1999. *Kumpulan Karya Ilmiah Mengenai Pencemaran Udara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Sugeng, A. M., RMS. Jusuf., Adriana, P., 2003. *Bunga Rampai Hiperkes dan Kesehatan Kerja*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Wardhana, A. W., 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. ANDI: Yogyakarta
- Windari., 2016. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Bagian Refinery di PT. Antam Tbk UBPB Sultra Tahun 2016. *Skripsi*. Kendari: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo
- Yulaekah, S., 2007. Paparan Debu Terhirup dan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Industri Batu Kapur (Studi di Desa Mrisi Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan). *Tesis*. Semarang.: Universitas Diponegoro