

SKRIPSI

**FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN GANGGUAN FUNGSI PARU PADA
PEKERJA PENGANGKUT SEMEN DI GUDANG
PENYIMPANAN SEMEN PELABUHAN MALUNDUNG
KOTA TARAKAN KALIMANTAN TIMUR**

**RISKI NOOR ADHA
K111 08 327**



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**JURUSAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2012**

PERNYATAAN PERSETUJUAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi dan disetujui untuk diperbanyak sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar.

Makassar, Desember 2012

Tim Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. dr. Rafael Djajakusli, MOH

dr. Masyitha Muis, MS

Mengetahui

Ketua Bagian Kesehatan & Keselamatan Kerja

Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Hasanuddin

dr. Muhammad Rum Rahim, M.Sc

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Skripsi pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Kamis tanggal 29 November 2012.

Ketua : Prof. dr. Rafael Djajakusli, MOH (.....)

Sekretaris : dr. Masyitha Muis, M.S (.....)

Anggota : 1. dr. Muhammad Rum Rahim, M.Sc (.....)

2. Syamsuar Manyullei, SKM, M.Kes, M.Sc.PH (.....)

3. Indra Fajarwati Ibnu, SKM, M.A (.....)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengangkut Semen Di Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur Tahun 2012”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM) pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Bapak dr. Mukhsen Sarake, MS selaku penasehat akademik atas segala motivasi dan bimbingannya selama ini sejak awal mulai menginjakkan kaki di fakultas ini. Serta tak lupa pula penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada Bapak Prof. dr. Rafael Djajakusli, MOH, selaku pembimbing I dan Ibu dr. Masyitha Muis, MS selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan, serta petunjuk yang sangat berguna sehingga tersusunlah skripsi ini. Terima kasih pula kepada tim penguji Bapak dr. Furqaan Naiem, M.Sc, Ph.D, Bapak Muh. Arsyad Rahman, SKM, M.Kes, dan Bapak Syamsuar Manyullei, SKM, M.Kes, M.ScPH, yang telah banyak memberikan masukan serta arahan guna penyempurnaan penulisan skripsi ini. Melalui kesempatan ini pula penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. dr. H. M. Alimin Maidin, MPH , selaku Dekan FKM Unhas, dosen dan seluruh pegawai FKM Unhas yang telah memberikan bimbingan selama mengikuti pendidikan.

2. Bapak dr. Muh. Rum Rahim, M.Sc. selaku Ketua Bagian Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin beserta seluruh dosen dan staff.
3. Para Dosen FKM Unhas yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
4. Direktur Utama UD. Wijaya beserta staff dan pegawai yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis dalam proses penelitian dan pengambilan data.
5. Teman-teman seperjuangan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin terkhusus angkatan 2008 “Romusa” FKM Unhas, yang merupakan angkatan terbanyak, terunik, dan terbaik di antara yang pernah ada, serta teman-teman K308, terima kasih atas dukungan dan kerjasama yang telah diberikan selama ini.
6. Teman-teman serta senior yang tergabung dalam Pusat Informasi dan Konseling Kesehatan Reproduksi Mahasiswa (PIK-KRM) Health Education of Reproductive Teenagers (HEART) Unhas yang telah memberikan banyak ilmu serta pengalaman kepada penulis.
7. Teman-teman LKTM Ekonomi (PROVOCATE-team) 2011, terima kasih atas kekompakan, kerjasama, dan doanya selama ini.
8. Teman-teman PBL Kelurahan Kalukuang, teman-teman magang K3 di Balikpapan, dan tidak lupa juga teman-teman KKN Kelurahan Bontolangkasa

Kecamatan Minasate'ne Kabupaten Pangkep, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, dan doa kalian selama ini.

9. Senior-senior FKM Unhas, K'Rian 05, K'Palli, K'Adhiyanti, Mahfud, dan juga Johan, terima kasih atas bantuan dan juga pengalaman serta ilmu yang telah diberikan selama ini.
10. Teman-teman seperjuangan di Red Hwarang VIII Taekwondo Unhas Hadi, Arqam, Wulan, Misbah, dan teman-teman lainnya, terima kasih atas segala dorongan, pengalaman, serta capaian prestasi yang telah kita raih selama ini.
11. Kolega sesama anggota Dewan Sabuk Hitam UKM Taekwondo Unhas, sbm-nim Nasution, sbm Arman Wisnu, sbm Arya Mentari, sbm Amin, sbm Kadri, sbm Angko', sbm Akmal, sbm Handry Natalis, sbm Didi Riswandi, sbm Rusman, sbm Hadi, dan sabeum-sabeum lain yang tidak sempat disebutkan namanya, terima kasih atas segala ilmu dan bantuan luar biasa yang telah penulis terima selama ini.
12. Adik-adik angkatan Galeter'09, Kanibal'10, Kalasi'11, dan Dementor'12, semoga bisa menjadi kader-kader terbaik yang berprestasi dan membanggakan nama FKM Unhas, terima kasih atas segala motivasi yang telah diberikan.
13. Kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil hingga skripsi ini dapat terselesaikan, semoga Allah SWT senantiasa memberikan imbalan pahala yang berlipat ganda.
14. Kepada yang terkasih selalu menemaniku di saat senang dan sedih, serta di saat bahagia dan situasi sulit sekalipun, Hilyah Maniah, S.P., terima kasih atas segala

dorongan, motivasi, semangat, serta kenangan indah dan duka selama proses penyelesaian skripsi ini.

Terakhir, sembah sujud dan kupersembahkan skripsi ini terkhusus kepada kedua orang tua tercinta Alm. H. Moch. Saleh dan Ibunda Hj. Hanidah Amin. Terima kasih atas pengorbanan, kesabaran, dukungan, semangat dan doa restu hingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa apa yang penulis paparkan dalam skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu besar harapan penulis kepada pembaca atas kontribusinya baik berupa saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis hanya bisa berharap, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, November 2012

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Tinjauan Umum Tentang Debu	10
B. Tinjauan Umum Tentang Gangguan Fungsi Paru.....	13
C. Tinjauan Umum Tentang Penyakit Paru Akibat Kerja.....	18
D. Tinjauan Umum Tentang Kapasitas Paru.....	19
E. Tinjauan Umum Tentang Semen.....	21
F. Tinjauan Umum Tentang Umur.....	27
G. Tinjauan Umum Tentang Masa kerja.....	29
H. Tinjauan Umum Tentang Lama Kerja.....	29
I. Tinjauan Umum Tentang Kebiasaan Merokok.....	31
J. Tinjauan Umum Tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri.....	32
K. Kerangka Teori	33

BAB III KERANGKA KONSEP.....	34
A. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti.....	34
B. Variabel yang Diteliti	40
C. Definisi Operasional & Kriteria Objektif.....	41
D. Hipotesis Penelitian	44
BAB IV METODE PENELITIAN.....	47
A. Jenis Penelitian	47
B. Lokasi Penelitian	47
C. Populasi dan Sampel.....	48
D. Pengumpulan Data.....	49
E. Pengolahan & Analisis Data.....	52
F. Penyajian Data.....	55
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil penelitian	56
B. Pembahasan	67
C. Keterbatasan Penelitian	80
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	82
B. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	iv
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Komposisi Limit Semen Portland	22
Tabel 2	Susunan Senyawa-senyawa Semen Portland	23
Tabel 3	Distribusi Berdasarkan Kategori Umur Pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	57
Tabel 4	Distribusi Menurut Tingkat Pendidikan Pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	58
Tabel 5	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Kadar Debu pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	59
Tabel 6	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Umur pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	61
Tabel 7	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Masa Kerja pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	62
Tabel 8	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Lama Kerja pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	63

Tabel 9	Distribusi Lama Kerja Berdasarkan Faktor Umur Pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	64
Tabel 10	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Kebiasaan Merokok pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	65
Tabel 11	Distribusi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Berdasarkan Faktor Penggunaan APD (Masker) pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Tahun 2012	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Kerangka Teori	33
Gambar 2	Kerangka Konsep	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kuesioner Penelitian
Lampiran 2	Master Tabel Dan Keterangan Master Tabel
Lampiran 3	Tabel Hasil Analisis Frekuensi
Lampiran 4	Tabel Hasil Tabulasi Silang
Lampiran 5	Hasil Pengukuran Spirometri dari Perusahaan
Lampiran 6	Hasil Pengukuran <i>Personal Dust Sampler</i> dari Perusahaan
Lampiran 7	Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian dari Perusahaan
Lampiran 8	Dokumentasi Kegiatan
Lampiran 9	Denah Lokasi Pengukuran & Spirometri

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Makassar, November 2012
Riski Noor Adha

“Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur Tahun 2012”

(xv + 84 Halaman + 11 Tabel + 4 Gambar + 8 Lampiran)

Penyakit gangguan fungsi paru akibat debu industri semen mempunyai gejala dan tanda yang mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu di tempat kerja. Penegakan diagnosis perlu dilakukan dengan tepat karena biasanya penyakit gangguan fungsi paru baru timbul setelah paparan debu dalam jangka waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, pemeriksaan faal paru sebagai sarana membantu diagnosis dini penyakit gangguan fungsi paru tidak dapat ditinggalkan. Paparan debu jangka pendek, walaupun dengan konsentrasi rendah, dapat merugikan kesehatan pernapasan, salah satunya adalah ISPA.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian observasi dengan pendekatan potong lintang (*Cross Sectional Study*). Jumlah sampel sebanyak 34 orang yang diambil secara keseluruhan (*exhaustive sampling*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar debu ($p = 0.000$), umur ($p = 0.000$), masa kerja ($p = 0.000$), dan kebiasaan merokok ($p = 0.000$) memiliki pengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru, sedangkan lama kerja ($p = 1.000$) dan penggunaan APD ($p = 1.000$) tidak memiliki pengaruh terhadap kejadian gangguan fungsi paru.

Penelitian ini menyarankan agar para pekerja pengangkut semen selalu menggunakan alat pelindung diri berupa masker secara berkelanjutan saat bekerja maupun saat berada di sekitar area gudang penyimpanan semen. Selain itu, pihak perusahaan juga disarankan untuk melakukan *medical check up* secara berkala kepada pekerja untuk mengontrol kondisi fisik pekerja sehingga dapat diketahui apabila ada pekerja yang mengalami gangguan fungsi paru.

Daftar Bacaan: 36 (1997 – 2011)

Kata Kunci : Gangguan Fungsi Paru, Pekerja Pengangkut Semen, Debu Semen, Spirometri

“Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengangkut Semen Di Gudang Penyimpanan Semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur Tahun 2012”

ABSTRACT

Background: Lung function disorder caused by the industrial cement dust has similarsymptoms and signs with the other lung diseases that are not caused by dust in the workplace. Enforcement needs to be done with a proper diagnosis because the disease is usually impaired lung function after exposure to dust emerging in a period of time. Therefore, the examination of lung function as a tool to help early diagnosis of diseases of the lung function can not be abandoned. Short-term exposure to dust, even with low concentrations, can be detrimental to respiratory health, one of which is a respiratory infection.

Method: This study aims to investigate the factors that influence the incidence of impaired lung function in cement transport workers in the port city Malundung Tarakan, East Kalimantan. Type of research is observational study with cross-sectional approach (Cross Sectional Study). Total sample as many as 34 people taken as a whole (exhaustive sampling).

Results: The results showed that the levels of dust ($\rho = 0.000$), age ($\rho = 0.000$), year ($\rho = 0.000$), and smoking ($\rho = 0.000$) had an influence on the incidence of lung problems, while long work ($\rho = 1.000$) and the use of PPE ($\rho = 1,000$) had no effect on the incidence of lung problems.

Conclusion: This study suggests that cement transport workers always use personal protective equipment such as masks sustainably while at work or around the storage area cement. In addition, the company also advised to undertake regular medical check-ups for workers to control the physical condition of workers so as to know if there are workers who have impaired lung function.

Bibliography : 36 (1997 – 2011)

Keywords: Lung Function Disorder, Industrial Cement Workers, Cement Dust, Spirometry

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini pencemaran udara telah menjadi masalah kesehatan lingkungan utama di dunia, khususnya di negara berkembang, baik pencemaran udara dalam ruangan maupun udara ambien di perkotaan dan pedesaan. Di banyak kota, terutama di negara-negara sedang berkembang yang tingkat urbanisasinya tumbuh pesat, pencemaran udara telah merusak sistem pernapasan, khususnya bagi orang yang lebih tua, lebih muda, para perokok dan mereka yang menderita penyakit-penyakit kronis saluran pernapasan (Khumaidah, 2009).

Udara merupakan komponen lingkungan yang dibutuhkan bagi kelangsungan hidup manusia. Energi yang diperlukan manusia untuk melaksanakan semua aktifitas, diperoleh dari pembakaran zat makanan dengan menggunakan oksigen. Oksigen tersebut diperoleh dari udara ambient melalui pernafasan, dengan demikian pengambilan udara oleh tubuh dilakukan secara terus menerus. Setiap hari, jumlah udara yang keluar masuk saluran pernafasan sekitar 10 m^3 per orang. Hal ini berarti, organ pernafasan terpapar secara terus-menerus oleh partikel-partikel yang terdapat dalam udara, termasuk partikel berbahaya yang mengganggu kesehatan. Kualitas udara sangat berpengaruh terhadap kesehatan seseorang, terutama terhadap alat pernafasan (Anderson, 2001).

Kemajuan dalam bidang industri di Indonesia memberikan berbagai dampak positif yaitu terbukanya lapangan kerja, membaiknya sarana transportasi dan komunikasi serta meningkatnya taraf sosial ekonomi masyarakat. Suatu kenyataan dapat disimpulkan bahwa perkembangan kegiatan industri secara umum juga merupakan sektor yang potensial sebagai sumber pencemaran yang akan merugikan bagi kesehatan dan lingkungan (Alsagaf, 2004).

Kota Tarakan merupakan sebuah kota kecil yang terletak di pulau bernama yang sama dan terletak di bagian Utara dari Kalimantan Timur. Saat ini, Kota Tarakan juga sedang giat-giatnya membangun diri untuk menjadi kota besar di Indonesia, dengan visi menjadi Singapura Kecil (*The Little Singapore*). Kota Tarakan memang tidak memiliki sumber atau industri penghasil semen, sehingga kebanyakan keperluan akan semen diambil dari luar. Di gudang penyimpanan Pelabuhan Malundung Kota Tarakan sendiri mendatangkan semennya dari PT. Semen Tonasa.

PT. Semen Tonasa merupakan pabrik semen yang didirikan di Kawasan Indonesia Timur tepatnya di Sulawesi Selatan yang terletak di Desa Tonasa, Kecamatan Balocci, Kabupaten Pangkep yang memiliki tiga unit pabrik. Unit II dan III masing-masing berkapasitas 510.000 ton/pertahun dan 590.000 ton/pertahun sedangkan unit IV berkapasitas 2.300.000 ton/tahun. Jenis semen yang diproduksi oleh PT. Semen Tonasa seperti: semen Portland type I, semen campur (PMC), semen Portland Pozzolan (PPC), semen Portland type II, semen Portland type V, semen Abu Terbang (Pata, 2004).

Industri semen merupakan salah satu industri yang pertumbuhannya cukup pesat, hal ini berkaitan dengan kapasitas produksi total pabrik semen yang tersebar di berbagai wilayah nusantara mencapai 27 juta ton pertahun(BPS, 2000). Salah satu dampak negatif dari industri semen adalah pencemaran udara oleh debu. Industri semen berpotensi untuk menimbulkan kontaminasi di udara berupa debu. Debu yang dihasilkan oleh kegiatan industri semen terdiri dari debu yang dihasilkan pada waktu pengadaan bahan baku dan selama proses pembakaran dan debu yang dihasilkan selama pengangkutan bahan baku ke pabrik dan bahan jadi ke luar pabrik, termasuk pengantongannya. Bahan pencemar tersebut dapat berpengaruh terhadap lingkungan dan manusia. Berbagai faktor yang berpengaruh dalam timbulnya penyakit atau gangguan pada saluran pernapasan akibat debu. Debu semen ini akan mencemari udara dan lingkungannya sehingga pekerja industri semen dapat terpapar debu karena bahan baku, bahan antara, ataupun produk akhir (Epler, 2000).

Bahan pencemar tersebut dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia khususnya gangguan fungsi paru. Di antara berbagai gangguan kesehatan akibat lingkungan kerja, debu merupakan salah satu sumber gangguan yang tidak dapat diabaikan. Dalam kondisi tertentu, debu merupakan bahaya yang dapat menimbulkan kerugian besar. Tempat kerja yang prosesnya mengeluarkan debu, dapat menyebabkan pengurangan kenyamanan kerja, gangguan penglihatan, gangguan fungsi faal paru, bahkan dapat menimbulkan keracunan umum (Depkes RI, 2002).

Penyakit gangguan fungsi paru akibat debu industri semen mempunyai gejala dan tanda yang mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu di tempat kerja. Penegakkan diagnosis perlu dilakukan dengan tepat karena biasanya penyakit gangguan fungsi paru, baru timbul setelah paparan debu dalam waktu yang cukup lama. Oleh sebab itu, pemeriksaan faal paru sebagai sarana membantu diagnosis dini penyakit gangguan fungsi paru tidak dapat ditinggalkan. Paparan debu jangka pendek, walaupun dengan konsentrasi rendah, dapat merugikan kesehatan pernapasan salah satunya adalah ISPA (WHO, 2005).

Berbagai faktor dalam 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. Disamping itu, faktor individual yang meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas serta faktor imunologis. Penilaian paparan pada manusia perlu dipertimbangkan antara lain sumber paparan, jenis pabrik, lamanya paparan, paparan dari sumber lain. Pola aktivitas sehari-hari dan faktor penyerta yang potensial seperti umur, jenis kelamin, etnis, kebiasaan merokok dan faktor allergen (Antaruddin, 2003).

Gangguan pernapasan akibat inhalasi debu dipengaruhi beberapa faktor, antara lain faktor debu itu sendiri, yaitu ukuran partikel, bentuk, daya larut, konsentrasi, sifat kimiawi, lama paparan, dan faktor individu berupa mekanisme pertahanan tubuh. Ketika bernapas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Tidak semua debu dapat menimbun di dalam jaringan paru-

paru, karena tergantung besar ukuran debu tersebut. Debu – debu yang berukuran 5-10 mikron akan ditahan oleh jalan napas bagian atas, sedangkan yang berukuran 3-5 mikron ditahan dibagian tengah jalan napas. Partikel-partikel yang berukuran 1-3 mikron akan ditempatkan langsung dipermukaan jaringan dalam paru-paru (Antaruddin, 2003).

Gangguan faal paru tidak hanya disebabkan oleh kadar debu yang tinggi saja, melainkan juga dipengaruhi oleh karakteristik yang terdapat pada individu pekerja seperti umur, masa kerja, pemakaian alat pelindung diri, riwayat merokok dan riwayat penyakit. Umur merupakan salah satu karakteristik yang mempunyai resiko tinggi terhadap gangguan faal paru terutama yang berumur 40 tahun keatas, dimana volume ekspirasi paksa 1 menit (VEP1) berada dalam besaran sistematik yakni 1-1,5 L dan kualitas paru dapat memburuk dengan cepat. Masa kerja penting diketahui untuk melihat lamanya seseorang telah terpajan dengan bahan kimia (Sirait, 2010).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, kadar debu anorganik yang melebihi nilai ambang batas akan menimbulkan gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen, sehingga dengan asumsi tersebut peneliti ingin meneliti lebih lanjut mengenai kejadian gangguan fungsi paru akibat paparan debu semen pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan Kalimantan Timur.

B. Rumusan Masalah

Penyakit akibat kerja atau pun penyakit akibat hubungan kerja pada pernapasan yang diakibatkan oleh pekerja terpapar debu semen masih kurang mendapat perhatian. Begitu pula pembahasan penyakit paru akibat kerja yang diakibatkan oleh hasil industri pengolahan semen dalam literatur masih kurang. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa paparan debu anorganik yang melebihi nilai ambang batas akan mengakibatkan gangguan fungsi paru pada pekerja industri penghasil semen. Oleh karena itu, penelitian ini akan menganalisis faktor yang mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru akibat paparan kadar debu pada pekerja pengangkut semen dan menganalisis faktor berupa karakteristik pekerja seperti umur, masa kerja, lama kerja, kebiasaan merokok, dan penggunaan alat pelindung diri terhadap kejadian gangguan fungsi paru.

Berdasarkan uraian ringkas di atas, memberi dasar bagi peneliti untuk merumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ada pengaruh paparan kadar debu terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?
2. Apakah ada pengaruh umur terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?

3. Apakah ada pengaruh masa kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?
4. Apakah ada pengaruh lama kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?
5. Apakah ada pengaruh kebiasaan merokok terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?
6. Apakah ada pengaruh penggunaan alat pelindung diri terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui pengaruh paparan kadar debu semen terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.
- b. Untuk mengetahui pengaruh umur terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.
- c. Untuk mengetahui pengaruh masa kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.
- d. Untuk mengetahui pengaruh lama kerja terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.
- e. Untuk mengetahui pengaruh kebiasaan merokok terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.
- f. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat pelindung diri terhadap kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja pengangkut semen di

gudang penyimpanan semen Pelabuhan Malundung Kota Tarakan, Kalimantan Timur tahun 2012.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pemilik industri yang berhubungan dengan semen dalam upaya pemeliharaan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja serta dapat memberikan masukan kepada instansi-instansi terkait dengan masalah ini.

2. Manfaat Ilmiah

Sebagai sumbangan informasi ilmiah yang bermanfaat bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

3. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini menjadi pengalaman yang berharga bagi penulis dalam memperluas wawasan dan upaya untuk meningkatkan derajat kesehatan dan keselamatan kerja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Debu

Debu adalah partikel zat kimia padat yang dihasilkan oleh kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan batu, dalam pengepakan yang cepat, peledakan, dan lain-lain dari benda, baik organis maupun anorganis, misalnya batu, kayu, bijih, logam, batu bara, butir-butir zat, dan sebagainya. Contoh-contoh: debu batu, debu kapas, debu asbes, dan lain-lain (Suma'mur, 2009). Debu adalah salah satu komponen yang menurunkan kualitas udara. Akibat terpapar debu, kenikmatan kerja akan terganggu dan lambat laun dapat pula menimbulkan gangguan fungsi paru (Wijoyo, 2008).

Debu terdiri atas partikel padat yang dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu:

1. *Deposit particulate matter*, yaitu debu yang hanya berada sementara di udara partikel ini segera mengendap karena gaya tarik bumi.
2. *Suspended particulate matter*, yaitu debu yang berada di udara dan tidak mudah mengendap (Yunus, 1997).

Pada industri semen banyak menghasilkan bahan pencemar debu (dalam bentuk partikel) sehingga dalam melakukan proses produksi, kadar debu yang dihasilkan tidak boleh melampaui/diatas Nilai Ambang Batas (NAB) yaitu 4

mg/m³ sesuai Surat Edaran Menaker SE 01/MEN/1997 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Kimia di Udara Lingkungan Kerja.

1. Karakteristik debu

Secara garis besar karakteristik debu dalam industri terdiri atas 3 (tiga) macam yaitu:

- a. Debu organik, yaitu debu yang dapat menimbulkan efek patofisiologi dan kerusakan alveoli atau penyebab fibrosis pada paru, contohnya: debu kapas, rotan, padi-padian, tebu, tembakau, dan lain-lain.
- b. Debu mineral, yaitu debu yang terdiri dari persenyawaan yang kompleks seperti: SiO₂, SnO₂, Fe₂O₃, sifat debu ini tidak fibrosis pada paru.
- c. Debu logam, yaitu debu yang menyebabkan keracunan akibat absorpsi tubuh melalui kulit dan lambung, contohnya: Pb, Hg, Cd, dan lain-lain.

Sedang, berdasarkan akibat fisiologinya terhadap pekerja. Debu dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat bahayanya, yaitu:

- a. Debu fibrogenik, yaitu debu yang berbahaya terhadap sistem pernapasan.
- b. Debu karsinogenik, yaitu debu yang dapat menyebabkan kanker
- c. Debu-debu beracun, yaitu debu yang bersifat toksik terhadap organ/jaringan tubuh
- d. Debu radiaktif, yaitu debu yang berbahaya karena radiasinya
- e. Debu eksplosif, yaitu debu yang dapat terbakar atau meledak
- f. Debu-debu pengganggu/*nuisance dust*, yaitu debu yang memiliki akibat yang ringan terhadap manusia

- g. *Inert dust*, yaitu debu yang tidak bereaksi kimia dengan zat lain (tidak mempunyai akibat terhadap paru-paru)
- h. *Respirable dust*, yaitu debu yang dapat terhirup oleh manusia yang berukuran dibawah 10 mikron
- i. *Irrespirable dust*, yaitu debu yang tidak dapat terhirup oleh manusia yang berukuran diatas 10 mikron (Wahyu, 2003: 74-75).

2. Ukuran partikel

Masing-masing partikel debu umumnya memiliki bentuk tersendiri yang berbeda satu sama lain (tidak beraturan, bulat, serat). Sebuah partikel serat (kapas, asbes) memiliki panjang paling sedikit 3 kali lebarnya. Oleh sebab itu, konsep yang paling rasional untuk mengukur partikel debu adalah dengan menggunakan standar partikel aerodinamik. Diameter aerodinamik adalah diameter saluran kepadatan suatu partikel di luar dan di dalam tubuh manusia tergantung pada besar partikel tersebut. Korelasi ukuran dan perilaku partikel antara lain:

- a. >100 mikron, bila dilepaskan dengan kecepatan tinggi akan jatuh dengan cepat di sekitar tempat partikel tersebut dilepaskan, biasanya tidak terisap ke saluran pernapasan
- b. 100-30 mikron, bila dilepaskan dengan kecepatan tinggi, karena partikelnya lebih kecil, maka akan terbawa oleh aliran udara di sekitarnya. Dapat terisap ke saluran pernapasan tetapi akan terperangkap oleh mekanisme penyaringan hidung. Tidak akan masuk ke dalam tubuh, kecuali partikel tersebut dapat larut oleh cairan di dalam hidung.

- c. <30-5 mikron, bila dilepaskan dengan kecepatan tinggi, karena partikelnya jauh lebih kecil maka akan terbawab oleh aliran udara lebih jauh lagi, atau berputar-putar di sekitarnya. Mudah masuk ke dalam cabang-cabang bronkus, tetapi perlahan-lahan akan dibersihkan oleh mekanisme pertahanan tubuh, sebagian dapat terserap ke bagian tubuh bila partikel tersebut terseimpan cukup lama.
- d. <5 mikron, bila dilepaskan dengan kecepatan tinggi, karena partikelnya sangat kecil akan terbawa oleh aliran udara dan sangat mudah terisap sampai masuk ke paru. Namun, partikel akan mengambang di udara paru karena diameternya sangat kecil dan mudah dikeluarkan lagi. Selain itu, partikel mudah pula diabsorbsi ke tubuh karena mengendap di daerah pertukaran gas (Harianto,2009: 65).

B. Tinjauan Umum tentang Gangguan Fungsi Paru

Pernapasan (respirasi) adalah peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung O₂ (oksigen) ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang banyak mengandung CO₂ (karbondioksida) sebagai sisa dari oksidasi keluar tubuh. Penghisapan ini disebut inspirasi dan menghembuskan disebut ekspirasi. Proses pernapasan (respirasi) dapat dibagi menjadi dua yaitu respirasi internal dan respirasi eksternal. Respirasi internal mengacu pada proses metabolisme intrasel yang berlangsung di dalam mitokondria, yang menggunakan O₂ dan

menghasilkan CO₂ selama penyerapan energi dari molekul nutrien. Sedang respirasi eksternal mengacu pada keseluruhan rangkaian kejadian yang terlibat dalam pertukaran O₂ dan CO₂ antara lingkungan eksternal dan sel tubuh.

Sistem pernapasan juga melakukan fungsi non respirasi seperti antara lain:

1. Menyediakan jalan untuk menghancurkan air dan panas, udara atmosfer yang dihirup, dilembabkan dan dihubungkan oleh jalan napas sebelum udara tersebut dikeluarkan
2. Meningkatkan aliran balik vena
3. Berperan dalam memelihara keseimbangan asam basa normal dengan mengubah jumlah CO₂ penghasil asam yang dikeluarkan
4. Memungkinkan kita berbicara, menyanyi dan vokalisasi lain
5. Mempertahankan tubuh dari masuknya bahan asing
6. Mengeluarkan, memodifikasi, dan mengaktifkan berbagai bahan yang melewati sirkulasi paru.

Dalam kegiatan bernapas kapasitas paru seseorang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada pada individu tersebut, yaitu:

a. Umur

Faktor umur memengaruhi kekenyalan paru sebagaimana jaringan lain dalam tubuh. Walaupun tidak dapat dideteksi, hubungan umur dengan pemenuhan volume paru, tetapi rata-rata telah memberikan suatu perubahan yang besar terhadap volume paru. Hal ini disesuaikan dengan konsep elastisitas.

b. Tinggi badan

Tinggi badan seseorang mempengaruhi kapasitas paru. Semakin tinggi badan seseorang berarti parunya semakin luas sehingga kapasitas parunya semakin baik.

c. Masa kerja

Kerja fisik apalagi kerja yang berat dan momoton yang dilakukan di tempat-tempat berdebu dalam waktu yang lama tanpa disertai dengan rotasi kerja, istirahat, dan rekreasi yang cukup, akan berakibat terjadinya penurunan kapasitas paru dari tenaga kerja. Semakin lama seseorang bekerja di suatu daerah berdebu maka kapasitas paru seseorang akan semakin menurun.

d. Ras

Kapasitas paru pada orang negro berbeda dengan kapasitas paru pada orang kulit putih atau orang asia, perbedaan ini kemungkinan karena perbedaan postur tubuh.

e. Jenis kelamin

Sebagian besar nilai fungsi paru atau kapasitas paru pada wanita adalah lebih rendah dibandingkan kaum pria. Perbedaan ini dimungkinkan pula, karena perbedaan anatomi tubuh dan fisiologis komponen-komponen sistem pernapasan.

f. Kebiasaan merokok

Kebiasaan merokok seseorang mempengaruhi kapasitas paru. Hampir semua perokok yang diobservasi menunjukkan penurunan pada fungsi parunya.

Dari penelitian yang dilakukan oleh dr.E.C.Hammond dari *American Cancer Society*, ditarik kesimpulan bahwa mereka yang mulai mencandu rokok pada umur kurang dari 15 tahun mempunyai risiko menderita kanker paru dikemudian hari 4 sampai 18 kali lebih tinggi daripada yang tidak merokok, sedang kebiasaan tersebut dimulai di atas 25 tahun, risikonya menjadi 2 sampai 5 kali lebih tinggi daripada yang tidak merokok.

g. Latihan fisik (Olah Raga)

Latihan fisik sangat berpengaruh terhadap sistem kembang pernapasan, dengan latihan fisik secara teratur dapat meningkatkan pemasukan oksigen kedalam paru.

h. Riwayat penyakit paru

Perubahan volume paru dapat dipengaruhi oleh penyakit paru. *Emphysema* merupakan volume paru. *Emphysema* dapat merusak jaringan paru sehingga mengurangi kekenyalan jaringan paru (Wahyu, 2003: 80-82).

Debu, aerosol dan gas iritan kuat juga dapat menyebabkan refleks batuk-batuk atau spasme laring (penghentian bernapas). Kalau zat-zat ini menembus kedalam paru-paru, dapat terjadi bronchitis toksik, edema paru-paru atau *pneumonitis*. Para pekerja menjadi toleran terhadap paparan iritan berkadar rendah dengan meningkatkan sekresi *mucus*, suatu mekanisme yang khas pada bronchitis dan terlihat pada perokok tembakau. Partikel-partikel debu dan aerosol yang berdiameter lebih dari 15 μm tersaring keluar pada saluran napas. Partikel 5-15 μm tertangkap pada mukosa saluran yang lebih rendah dan kembali disapu

ke laring oleh kerja mukosiliar, selanjutnya ditelan. Bila partikel ini mengatasi saluran nafas atau melepaskan zat-zat yang merangsang respon imun dapat timbul penyakit pernafasan seperti *bronchitis*.

Partikel-partikel berukuran 0,5 dan 5 μm (debu yang ikut dengan pernafasan) dapat melewati sistem pembersihan mukosiliar dan masuk ke saluran nafas terminal serta alveoli. Dari sana debu ini akan dikumpulkan oleh sel-sel *scavenger* (makrofag) dan dihantarkan pulang kembali ke sistem mukosiliar atau ke sistem limfatik. Partikel berdiameter kurang dari 0,5 μm mungkin akan mengambang dalam udara dan tidak diretensi. Partikel-partikel panjang dan serat yang diameternya dari 3 μm dengan panjang 100 μm dapat mencapai saluran nafas terminal, namun tidak dibersihkan oleh makrofag ; akan tetapi partikel ini mungkin pula ditelan lebih dari satu makrofag dan dibungkus dengan bahan protein kaya besi sehingga terbentuk badan-badan besar “asbes” yang khas. Sedang sebab-sebab utama penyakit pernafasan adalah:

1. Mikroorganisme patogen yang mampu bertahan terhadap fagositosis.
2. Partikel-partikel mineral yang menyebabkan kerusakan atau kematian makrofag yang menelannya, sehingga menghambat pembersihan dan merangsang reaksi jaringan.
3. Partikel-partikel organik yang merangsang responn imun.
4. Kelebihan beban sistem akibat paparan terus-menerus terhadap debu respirasi berkadar tinggi yang menumpuk di sekitar saluran napas terminal.

C. Tinjauan Umum tentang Penyakit Paru Akibat Kerja

Berbagai penyakit dapat timbul dalam lingkungan pekerjaan yang mengandung debu industri, terutama pada kadar yang cukup tinggi, antara lain pneumoconiosis, silikosis, asbestosis, hemosiderosis, bisinosis, bronchitis, asma kerja, kanker paru, dll. Penyakit paru kerja terbagi 3 bagian yaitu :

1. Akibat debu organik, misalnya debu kapas (Bissinosis), debu padi-padian (*Grain worker's disease*), debu kayu.
2. Akibat debu anorganik (pneumoconiosis), misalnya debu silica (Silikosis), debu asbes (asbestosis), debu timah (Stannosis).
3. Penyakit paru kerja akibat gas iritan, 3 polutan yang paling banyak mempengaruhi kesehatan paru adalah sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), dan ozon (O₃).

Bila penyakit paru akibat kerja telah terjadi, umumnya tidak ada pengobatan yang spesifik dan efektif untuk menyembuhkannya. Gejala biasanya timbul apabila penyakit sudah lanjut (Sembiring 2004 dikutip dalam WHO 1995). Penumpukan dan pergerakan debu semen pada saluran napas dapat menyebabkan peradangan jalan napas. Peradangan ini dapat mengakibatkan penyumbatan jalan napas, sehingga dapat menurunkan kapasitas paru (American Thoracic Society, 1995 : 225 – 43). Dampak paparan debu yang terus menerus dapat menurunkan faal paru berupa obstruktif (Mukono, 2000). Akibat penumpukan debu yang tinggi di paru dapat menyebabkan kelainan dan kerusakan paru. Penyakit akibat penumpukan debu pada paru disebut *pneumoconiosis*.

D. Tinjauan Umum tentang Kapasitas Paru

1. Kapasitas dan Volume Statis Paru

a. Volume statis paru-paru

- 1) Volume tidal (VT) = jumlah udara yang dihirup dan dihembuskan setiap kali bernapas pada saat istirahat. Volume tidal normalnya adalah 350-400 ml.
- 2) Volume residu (RV) = jumlah gas yang tersisa di paru-paru setelah menghembuskan napas secara maksimal atau ekspirasi paksa. Nilai normalnya adalah 1200 ml.
- 3) Kapasitas vital (VC) = jumlah gas yang dapat diekspirasi setelah inspirasi secara maksimal. $VC = VT + IRV + ERV$ (seharusnya 80% TLC) Besarnya adalah 4800 ml.
- 4) Kapasitas total paru-paru (TLC) = yaitu jumlah total udara yang dapat dimasukkan ke dalam paru-paru setelah inspirasi maksimal. $TLC = VT + IRV + ERV + RV$. Besarnya adalah 6000 ml.
- 5) Kapasitas residu fungsional (FRC) = jumlah gas yang tertinggal di paru-paru setelah ekspirasi volume tidal normal. $FRC = ERV + RV$. Besarnya berkisar 2400 ml.
- 6) Kapasitas inspirasi (IC) = jumlah udara maksimal yang dapat diinspirasi setelah ekspirasi normal. $IC = VT + IRV$. Nilai normalnya sekitar 3600 ml.

7) Volume cadangan inspirasi (IRV) = jumlah udara yang dapat diinspirasi secara paksa sesudah inspirasi volume tidal normal.

8) Volume cadangan ekspirasi (ERV) = jumlah udara yang dapat diekspirasi secara paksa sesudah ekspirasi volume tidal normal.

b. Volume dinamis paru-paru

FVC (*Forced Vital Capacity*) merupakan volume udara maksimum yang dapat dihembuskan secara paksa/kapasitas vital paksa yang umumnya dicapai dalam 3 detik, normalnya 4 liter dan FEV1 (*Forced Expired Volume in one second*) merupakan volume udara yang dapat dihembuskan paksa pada satu detik pertama normalnya 3,2 liter adalah parameter dalam menentukan fungsi paru.

2. Tes Fungsi Paru

Tes fungsi paru berguna untuk mengetahui sejauh mana kondisi gangguan fungsi paru yang dimiliki oleh seseorang. Dasar tes fungsi paru terdiri dari :

1) Penyakit paru obstruktif

Tidak dapat menghembuskan udara (*unable to get air out*). FEV1/FVC <75% Semakin parah obstruksinya :

a) FEV1 : 60-75% = *mild* (ringan)

b) FEV1 : 40-59% = *moderate* (sedang)

c) FEV1 : <40 = *severe* (berat)

Jalan napas yang menyempit akan mengurangi volume udara yang dapat dihembuskan pada satu detik pertama ekspirasi.

2) Penyakit paru restriktif

Tidak dapat menarik napas (*unable to get air in*)

a) FVC rendah; FEV1/FVC normal atau meningkat

b) TLC berkurang → sebagai *Gold Standard*

FEV1 dan FVC menurun, karena jalan napas tetap terbuka, ekspirasi bisa cepat dan selesai dalam waktu 2-3 detik. Rasio FEV1/FVC tetap normal atau malah meningkat, tetapi volume udara yang terhirup dan terhembus lebih kecil dibandingkan normal.

3) *Mixed*

Ekspirasi diperlama dengan peningkatan kurva perlahan mencapai plateau. Kapasitas vital berkurang signifikan dibandingkan gangguan obstruktif. Pola campuran ini, jika tidak terlalu parah, sulit dibedakan dengan pola obstruktif.

E. Tinjauan Umum tentang Semen

Debu semen bersifat *respirable* dimana mempunyai ukuran yang dapat terhirup dan masuk ke dalam saluran pernapasan. Lambat laun debu yang masuk ke dalam saluran pernapasan tersebut akan mengganggu kesehatan karena dapat tertahan pada saluran pernapasan itu sendiri. Debu tersebut juga akan tertimbun mulai dari *bronchiolus terminalis* atau saluran napas kecil paling ujung sampai ke

alveoli atau gelembung-gelembung udara yang merupakan akhir dari saluran pernapasan.

Semen Portland terutama terdiri dari oksida kapur (CaO), oksida silika (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃), oksida besi (Fe₂O₃). Kandungan kombinasi dari keempat oksida ± 90% dari berat semen dan biasanya disebut oksida mayor sedangkan sisanya ± 10% terdiri dari oksida minor seperti MgO, SO₃, P₂O₅, Na₂O, K₂O, free lime dan gypsum.

1. Sifat Kimia Semen

Komposisi kimia semen portland mempunyai limitasi seperti pada tabel berikut :

Tabel 1
Komposisi Limit Semen Portland

Oksida	Komposisi % berat
CaO	60 – 67
SiO	17 – 25
Al ₂ O ₃	3 – 8
CaCO ₄	0,5 – 6
CaO bebas	4 – 5
MgO	0,1 – 1
Na ₂ O + K ₂ O	0,1 – 5,5

TiO ₂	0,5 – 1,3
P ₂ O ₃	0,1 – 0,3
SO ₃	1 – 3

(Sumber : Survini Pata, 2004)

Keempat oksida pada semen (CaO, SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃) akan membentuk senyawa-senyawa yaitu seperti pada tabel berikut :

Tabel 2
Susunan Senyawa-senyawa Semen Portland

No	Rumus Kimia	Simbol	Nama
1	3CaO.SiO ₂	C3S (Tri-kalsium Silikat)	Alite
2	2CaO.SiO ₂	C2S (Di-kalsium Silikat)	Belite
3	3CaO.Al ₂ O ₃	C3A (Tri-kalsium Aluminat)	Aluminatet
4	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C4AF (Tetra-kalsium Alumina Ferrite)	Ferrite Alumina

(Sumber : Survini Pata, 2004)

a. Tri-kalsium Silikat (C₃S)

Tri-kalsium silikat merupakan komponen utama dalam semen yang terbentuk pada suhu 200-1400°C dan berfungsi member kekuatan awal semen (sebelum 28 hari) dan dapat mempengaruhi kekuatan akhir. C₃S mempunyai sifat yang hampir sama dengan sifat semen pada umumnya yaitu apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras,

menyebabkan panas hidrasi sebesar 500 joule/gr. Kandungan C₃S pada semen portland bervariasi antara 35-55% dan rata-rata 45%

b. Dikalsium Silikat (C₂S)

Dikalsium silikat merupakan komponen utama dalam semen yang terbentuk pada suhu 800-9000C, dan berfungsi memberi kekuatan penyokong selama 1 hari. C₂S mempunyai sifat yaitu apabila ditambah air akan segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan hidrasi 250 joule/gram. Pasta yang mengeras perkembangan kekuatannya stabil dan lembut dalam beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir-hampir sama dengan C₃S. Kandungan C₂S pada semen portland bervariasi antara 15-35% dan rata-rata 25%

c. Trikalsium Aluminat (C₃A)

Trikalsium aluminat terbentuk pada suhu 1100-12000C, dan berfungsi membentuk kekuatan penyokong dalam waktu 1-3 hari. C₃A jika bereaksi dengan air akan menimbulkan panas dehidrasi yang tinggi yaitu 850 joule/gram. Kandungan C₃S pada semen Portland bervariasi antara 7-15 %

d. Tetrakalsium Alumino Ferrite (C₄AF)

Tetrakalsium Alumino Ferrite terbentuk pada suhu 1100-12000C. Pada proses pembakaran C₄AF dengan air akan bereaksi dengan cepat dan pasta akan terbentuk beberapa menit, sehingga akan menimbulkan panas dehidrasi 420 joule/gram. C₄AF mempunyai pengaruh terhadap warna semen, semakin tinggi

kadarnya maka warna semen makin gelap. Kandungan C_4AF pada semen portland bervariasi antara 5-10% dan rata-rata 8%.

Sifat sifat oksida minor mempengaruhi semen portland adalah :

a. Gypsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)

Pemberian gypsum harus diperhatikan karena gypsum berlebih dapat menyebabkan *cracking* (keretakan), penyusutan dan mengacaukan waktu pengerasan semen. Kandungan gypsum yang optimum akan menghasilkan kekuatan tekan maksimum dan penyusutan minimum. Tetapi jika gypsum yang ditambahkan sedikit maka tidak memberi pengaruh. Gypsum dan C_3A akan bereaksi membentuk *etringite* ($3C_3A \cdot CaSO_4 \cdot 31H_2O$). pembuatan etringite akan berpengaruh pada kenaikan volume karena *etringite* memiliki berat jenis yang lebih rendah yaitu 2,5 gr/cm³.

b. Kapur Bebas (Free Lime)

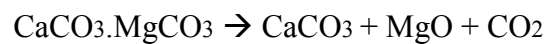
Kapur bebas adalah kapur yang tidak bereaksi dengan komponen asam yang selama proses klinkerisasi yang tertinggal dalam keadaan bebas. Kapur bebas terjadi karena ; kurang halusnya tepung baku, pembakaran klinker kurang sempurna, kandungan alkali dalam tepung baku terlalu tinggi, dikomposisi mineral klinker selama proses pendinginan

Pada reaksi hidrasi, kapur bebas akan membentuk $Ca(OH)_2$ yang mempunyai volume lebih besar dari kapur bebas, sehingga menyebabkan ekspansi semen (Unsoundness) dan menimbulkan keretakan. Untuk menghasilkan semen dengan kualitas yang baik, kandungan free lime harus di bawah 1%. Jika

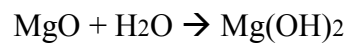
kandungan free lime terlalu tinggi, beton akan memiliki kekuatan yang rendah dan menjadi tidak kenyal.

c. MgO

Komponen-komponen MgO berasal dari material yang mengandung dolomite. Dalam proses karbonatasi, dolomite terurai menjadi :



MgO maksimum 5%, jika >5% akan terbentuk MgO bebas yang dikenal dengan periclase. Periclase sangat merugikan karena bereaksi dengan air membentuk :



Yang reaksinya berlangsung sangat lambat, sementara reaksi pengerasan komponen lainnya sudah selesai. Bila volume Mg(OH)₂ lebih besar dari MgO akibatnya akan terjadi pembelokan sebagianikatan pasta semen, sehingga terjadi keretakan karena ekspansi volume Mg(OH)₂. Derajat ekspansi tergantung ukuran kristal, makin kecil bentuk kristalnya makin tinggi ekspansinya. Sedangkan ukuran Kristal tergantung kecepatan pendingin terak. Oleh karan itu kandungan MgO didalam klinker harus dijaga dan dibatasi bahwa bahan baku tidak boleh mengandung MgO > 5% pada semen.

d. SO₃

SO₃ yang paling banyak terdapat dalam gypsum, sedangkan batu bara hanya mengandung sedikit SO₃. kandungan SO₃ yang optimum akan menyebabkan meningkatnya kekuatan tekan awal, mengurangi penyusutan dan

meningkatkan *suondness* (kekenyalan). Kandungan SO_3 dalam semen berkisar antara 1-3%.

e. Oksida Alkali ($\text{Na}_2\text{O}.\text{K}_2\text{O}$)

Besarnya kandungan oksida didalam semen harus diperhatikan jika dalam pembuatan beton menggunakan agregate yang reaktif terhadap alkali. Sebagian agregate mengandung silika reaktif dimana dapat berkombinasi dengan alkali oksida membentuk senyawa dan keluar dari semen. Hasil reaksi membentuk alkali silika gel yang dapat menyebabkan ekspansi dan menimbulkan keretakan. Untuk menghindari hal ini, maka dipakai semen alkali yaitu semen dengan kadar total tidak lebih dari 0,6%. Makin tinggi kandungan alkali akan berakibat:

- 1). Memperbaiki *burnality* pada suhu rendah
- 2). Menaikkan *liquid content* pembentuk *coating*.

f. Oksida Fosfor (P_2O_5)

Pada umumnya oksida fosfor pada semen tidak lebih dari 0,2%, karena dapat memperlambat pengerasan semen, hal ini disebabkan karena turunnya kadar C_3S menjadi C_2S dimana terbentuk P_2O_5 dan CaO . Kadar oksida fosfor yang tinggi dapat menyebabkan ekspansi karena terbentuknya kapur bebas pada $\text{P}_2\text{O}_5 > 2,5\%$.

F. Tinjauan Umum tentang Umur

Umur adalah variabel yang selalu diperhatikan di dalam penelitian-penelitian epidemiologi. Angka-angka kesakitan maupun kematian yang tercatat

dalam statistik kependudukan kesehatan hampir semuanya memiliki hubungan dengan status usia (Notoatmodjo, 2003). Makin tua usia seseorang, mempunyai konsekuensi karena banyak debu yang masuk dan ditimbun dalam paru sebagai akibat penghirupan debu sehari-hari (Suma'mur,2009 : 247).

Semakin tua umur seseorang, maka kebutuhan energi semakin menurun. Pada umumnya pada usia lanjut, kemampuan kerja otot semakin menurun terutama pada pekerja berat. Kapasitas fisik tenaga kerja seperti penglihatan, pendengaran dan kecepatan reaksi cenderung menurun setelah usia 30 tahun atau lebih. Hal ini mempengaruhi produktivitas maksimal tenaga kerja yang bersangkutan dan cenderung lebih cepat mengalami kelelahan.

Umur merupakan salah satu karakteristik yang mempunyai resiko tinggi terhadap gangguan paru terutama yang berumur 40 tahun keatas, dimana kualitas paru dapat memburuk dengan cepat. Sirait (2010 dikutip dalam Rosbinawati 2002), mengungkapkan bahwa umur berpengaruh terhadap perkembangan paru-paru. Semakin bertambahnya umur maka terjadi penurunan fungsi paru di dalam tubuh. Lebih jauh lagi ditemukan bahwa ada hubungan yang bermakna secara statistik antara umur dengan gejala pernapasan. Faktor umur berperan penting dengan kejadian penyakit dan gangguan kesehatan. Hal ini merupakan konsekuensi adanya hubungan faktor umur dengan potensi kemungkinan untuk terpapar terhadap suatu sumber infeksi, tingkat imunitas kekebalan tubuh, aktivitas fisiologis berbagai jaringan yang mempengaruhi perjalanan penyakit

seseorang. Berbagai macam perubahan biologis berlangsung seiring dengan bertambahnya usia dan ini akan mempengaruhi kemampuan seseorang dalam bekerja.

G. Tinjauan Umum tentang Masa Kerja

Penyakit akibat kerja dipengaruhi oleh masa kerja. Semakin lama seseorang bekerja di suatu tempat semakin besar kemungkinan mereka terpapar oleh faktor-faktor lingkungan kerja baik fisik maupun kimia yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan/penyakit akibat kerja sehingga akan berakibat menurunnya efisiensi dan produktivitas kerja seorang tenaga kerja (Wahyu, 2003).

Masa kerja menunjukkan suatu masa berlangsungnya kegiatan seseorang dalam waktu tertentu. Seseorang yang bekerja di lingkungan industri yang menghasilkan debu akan memiliki resiko gangguan kesehatan. Makin lama seseorang bekerja pada tempat yang mengandung debu akan makin tinggi resiko terkena gangguan kesehatan, terutama gangguan saluran pernafasan. Debu yang terhirup dalam konsentrasi dan jangka waktu yang cukup lama akan membahayakan. Akibat penghirupan debu, yang langsung akan kita rasakan adalah sesak, bersin, dan batuk karena adanya gangguan pada saluran pernafasan.

Paparan debu untuk beberapa tahun pada kadar yang rendah tetapi di atas batas limit paparan menunjukkan efek toksik yang jelas.

H. Tinjauan Umum tentang Lama Kerja

Puspitasari (2009), menyatakan bahwa waktu kerja bagi seseorang menentukan efisiensi dan produktivitasnya. Segi-segi terpenting dari waktu kerja meliputi: lamanya seseorang mampu bekerja secara baik, hubungan antara waktu kerja dengan istirahat, waktu bekerja sehari menurut periode yang meliputi siang (pagi, siang, sore dan malam). Suma'mur (1996), menyatakan bahwa seseorang mampu bekerja dengan baik pada umumnya 6-8 jam. Selebihnya yakni sekitar 16-18 jam dipergunakan untuk istirahat, tidur, hubungan kekeluargaan dan kemasyarakatan. Apabila waktu kerja diperpanjang dari kemampuan standar pekerja maka akan menyebabkan menurunnya produktivitas serta kecenderungan timbulnya kelelahan, penyakit dan kecelakaan.

Penelitian mengenai hubungan lama terpapar debu padi dengan penurunan fungsi paru pada pekerja penggilingan padi yang dilakukan di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo menyatakan bahwa terdapat gangguan fungsi paru sebesar 45,71% pada responden pekerja penggilingan padi dan didapatkan pula bahwa terdapat hubungan lama terpapar debu padi dengan gangguan fungsi paru, artinya semakin lama pekerja terpapar debu padi maka semakin menurun fungsi parunya (Susanto, 2001).

Menurut Undang-Undang Tenaga Kerja No.25 tahun 1997 Pasal 100 Ayat

2, bahwa waktu kerja yang dipersyaratkan sebagai berikut :

1) Waktu Kerja Siang Hari

- a. 7 (tujuh) jam sehari atau 40 jam seminggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam seminggu.
- b. 8 (delapan) jam sehari atau 40 jam seminggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam seminggu.

2) Waktu Kerja Malam Hari

- a. 6 (enam) jam sehari atau 35 jam seminggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam seminggu.
- b. 7 (tujuh) jam sehari atau 35 jam seminggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam seminggu.

Seseorang yang bekerja dengan baik akan dipengaruhi oleh lama kerjanya dimana kemampuan fisik akan berangsur menurun dengan bertambahnya lama kerja.

I. Tinjauan Umum tentang Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok merupakan faktor pencetus timbulnya gangguan pernapasan, karena asap rokok yang terhisap dalam saluran napas akan mengganggu lapisan mukosa saluran napas. Dengan demikian akan menyebabkan munculnya gangguan dalam saluran napas. Merokok dapat menyebabkan

perubahan struktur jalan napas. Perubahan struktur jalan nafas besar berupa *hipertrofi* dan *hiperplasia* kelenjar *mukus*. Sedangkan perubahan struktur jalan napas kecil bervariasi dari inflamasi ringan sampai penyempitan dan obstruksi jalan nafas karena proses inflamasi, *hiperplasia sel goblet* dan penumpukan *secret intraluminal*. Perubahan struktur karena merokok biasanya di hubungkan dengan perubahan/kerusakan fungsi.

Perokok berat dikatakan apabila menghabiskan rata-rata dua bungkus rokok sehari, memiliki resiko memperpendek usia harapan hidupnya 0,9 tahun lebih cepat ketimbang perokok yang menghabiskan 20 batang sigaret sehari. Kebiasaan merokok seseorang mempengaruhi kapasitas paru. Hampir semua perokok yang diobservasi menunjukkan penurunan pada fungsi parunya. Dari penelitian yang dilakukan oleh dr.E.C. Hammond dari *American Cancer Society* ditarik kesimpulan bahwa mereka yang mulai mencandu rokok pada umur kurang dari 15 tahun mempunyai resiko menderita kanker paru dikemudian hari 4 sampai 18 kali lebih tinggi daripada yang tidak merokok, sedang kebiasaan tersebut dimulai di atas 25 tahun, risikonya menjadi 2 sampai 5 kali lebih tinggi daripada yang tidak merokok (Wahyu, 2003).

J. Tinjauan Umum tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri

Alat pelindung diri adalah perlengkapan yang dipakai untuk melindungi pekerja terhadap bahaya yang dapat mengganggu kesehatan yang ada di

lingkungan kerja. Alat yang dipakai disini untuk melindungi sistem pernapasan dari partikel-partikel berbahaya yang ada di udara yang dapat membahayakan kesehatan. Perlindungan terhadap sistem pernapasan sangat diperlukan terutama bila tercemar partikel-partikel berbahaya, baik yang berbentuk gas, aerosol, cairan, ataupun kimiawi. Alat yang dipakai adalah masker, baik yang terbuat dari kain atau kertas wol (Sirait,2010).

K. Kerangka Teori

