

**HUBUNGAN MASA KERJA TERHADAP GEJALA RESPIRASI
DAN HASIL FOTO DADA PADA PEKERJA INDUSTRI
KERAMIK PERUSAHAAN X MABAR MEDAN**

TESIS

**MARINI PUSPITA SARI
NIM: 167107018**



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I
DEPARTEMEN PULMONOLOGI DAN KEDOKTERAN RESPIRASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
NOVEMBER 2019**

**HUBUNGAN MASA KERJA TERHADAP GEJALA RESPIRASI
DAN HASIL FOTO DADA PADA PEKERJA INDUSTRI
KERAMIK PERUSAHAAN X MABAR MEDAN**

TESIS

Diajukan Untuk Memperoleh Gelar Dokter Spesialis
Dalam Program Pendidikan Dokter Spesialis
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara

**MARINI PUSPITA SARI
NIM: 167107018**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I
DEPARTEMEN PULMONOLOGI DAN KEDOKTERAN RESPIRASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
NOVEMBER 2019**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Judul Penelitian:

HUBUNGAN MASA KERJA TERHADAP GEJALA RESPIRASI DAN HASIL FOTO DADA PADA PEKERJA INDUSTRI KERAMIK PERUSAHAAN X MABAR MEDAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam rujukan.

Medan, November 2019

Penulis,

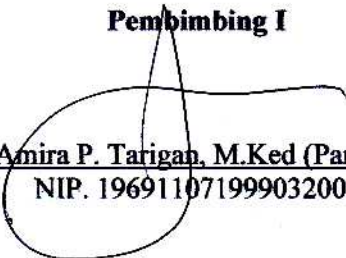
dr. Marini Puspita Sari

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

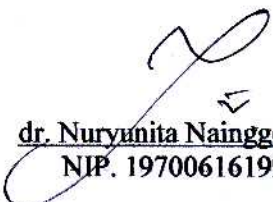
Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Marini Puspita Sari
NIM : 167107018
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi
Judul Tesis : Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X, Mabar Medan

Pembimbing I


Dr. dr. Amira P. Tarigan, M.Ked (Paru), Sp.P(K)
NIP. 196911071999032002


Pembimbing II


dr. Nuryunita Nainggolan, Sp.P(K)
NIP. 197006161999032004

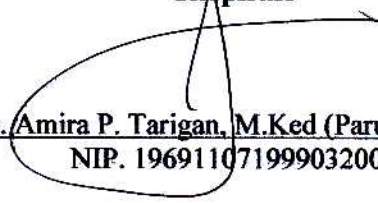
Pembimbing III


dr. Putri Chairani Eyanoer, MS.Epi, Ph.D
NIP. 197209011999032001


**Koordinator Penelitian
Departemen Pulmonologi dan Kedokteran
Respirasi**


Dr. dr. Bintang YM Sinaga, M.Ked(Paru), SpP(K)
NIP. 197202281999032002

**Ketua Program Studi
Departemen Pulmonologi dan Kedokteran
Respirasi**


Dr. dr. Amira P. Tarigan, M.Ked (Paru), Sp.P(K)
NIP. 196911071999032002

**Ketua Departemen Pulmonologi dan
Kedokteran Respirasi**


Dr. dr. Pandiaman Pandia, M.Ked (Paru), Sp.P(K)
NIP. 196105191989021001

**Ketua Tim Koordinator
Program Pendidikan Dokter Spesialis**


Dr. dr. Muhammad Rusda, M.Ked(OG), Sp.OG(K)
NIP. 196805202002121002



LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Marini Puspita Sari
NIM : 167107018
Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi
Judul Tesis : Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X, Mabar Medan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Gelar Spesialis pada Program Studi Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I	: Dr. dr. Amira P. Tarigan, M. Ked(Paru), Sp.P(K)	(.....)
Pembimbing II	: dr. Nuryunita Nainggolan, Sp.P(K)	(.....)
Pembimbing III	: dr. Putri Chairani Eyanoer, MS.Epi, Ph.D	(.....)
Penguji	: Prof. dr. Tamsil Syafiuddin, Sp.P (K)	(.....)
Penguji	: dr. Setia P. Tarigan, M.Ked(Paru), Sp.P(K)	(.....)
Penguji	: Dr. dr. Fajrinur Syarani, M. Ked(Paru), Sp.P(K)	(.....)

Ditetapkan di : Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara
Tanggal : 6 November 2019

Telah diuji dan ditetapkan di : Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara.

Tanggal : 6 November 2019

PANITIA DEWAN PENGUJI TESIS

Prof. dr. H. Luhur Soeroso, Sp.P(K)

Prof. dr. Tamsil Syafiuddin, Sp.P(K)

dr. Hilaluddin Sembiring, Sp.P(K), DTM&H

dr. Zainuddin Amir M.Ked(Paru).Sp.P(K)

dr. Widirahardjo, Sp.P(K)

Dr.dr. Pandiaman Pandia, M.ked(Paru), Sp.P(K)

Dr.dr.Amira P Tarigan,M.Ked(Paru),Sp.P(K)

Dr.dr. Bintang YM Sinaga, M.Ked(Paru)Sp.P(K)

Dr. dr. Fajrinur Syarani, M.Ked(Paru), Sp.P(K)

dr. Parluhutan Siagian, M.Ked(Paru), Sp.P(K), FISR

dr. Nuryunita Nainggolan, Sp.P(K)

Dr.dr. Noni Novisari Soeroso, M.Ked(Paru)Sp.P(K)

dr. Setia Putra Tarigan, Sp.P(K)

dr.Putri CE,MSEpid, PhD

TESIS

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
DEPARTEMEN PULMONOLOGI DAN KEDOKTERAN RESPIRASI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN**

- Judul Penelitian : Hubungan Masa Kerja Terhadap Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada Pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X Mabar Medan
- Nama : Marini Puspita Sari
- Fakultas : Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
- Program Studi : Program Pendidikan Dokter Spesialis Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara
- Lokasi Penelitian : Industri Keramik Perusahaan X Mabar Medan
- Pembimbing I : Dr.dr. Amira P Tarigan, M.Ked(Paru), Sp.P(K)
- Pembimbing II : dr. Nuryunita Nainggolan, M.Ked (Paru), Sp.P(K)
- Pembimbing III : dr. Putri Chairani Eyanoer, MSEpid, PhD

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marini Puspita Sari

NIM : 167107018

Program Studi : Pendidikan Dokter Spesialis, Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi

Fakultas : Fakultas Kedokteran

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sumatera Utara **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Hubungan Masa Kerja Terhadap Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada Pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X Mabar Medan. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : FK-USU, Medan.

Pada tanggal : 6 November 2019

Yang menyatakan

dr. Marini Puspita Sari

ABSTRAK

HUBUNGAN MASA KERJA TERHADAP GEJALA RESPIRASI DAN HASIL FOTO DADA PADA PEKERJA INDUSTRI KERAMIK PERUSAHAAN X MABAR MEDAN

Latar Belakang : Pekerja di industri keramik sering terpapar dengan kandungan silika di dalam bahan baku pembuatan keramik setiap harinya. Silika tanpa disadari akan terinhalasi dan terdeposit di dalam paru. Karena struktur materialnya yang tidak dapat difagositosis oleh makrofag, kristal silika akan menginduksi terjadinya inflamasi dan kerusakan parenkim paru yang berujung pada munculnya gejala respiratori dan adanya lesi pada foto dada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan masa kerja terhadap gejala respiratori dan gambaran foto dada pada pekerja industri keramik

Metode: Penelitian ini merupakan studi analitik dengan desain cross-sectional yang dilakukan pada bulan Maret – Juni 2019 di Industri Keramik X di daerah Jabar, Kota Medan. Subjek penelitian dibedakan berdasarkan lokasi kerjanya dan dilakukan pengukuran kadar debu di lokasi kerja dengan menggunakan alat Low Volume Air Sampler. Gejala respirasi dinilai dengan questioner dan foto dada dinilai menggunakan interpretasi dari International Labour Organization (ILO). Analisis statistik dilakukan dengan uji Chi Square, uji T, dan Anova menggunakan software SPSS.

Hasil: Sebanyak 35 pekerja laki-laki dilibatkan sebagai subjek penelitian yang terbagi ke dalam 3 lokasi kerja, yaitu 11(31.4%) di bagian prakompresi, 13 (37.1%) di bagian kompresi dan 11 (31.4%) di bagian sintering. Kadar debu di masing-masing lokasi kerja adalah 24.8, 29.2, dan 6.11 berturut-turut. Dari seluruh subjek, didapati 9 (25.7%) orang memiliki keluhan respiratori dan 8 (22.8%) memiliki gambaran foto dada abnormal (pneumokoniosis dan tuberkulosis). Tidak terdapat hubungan antara kadar debu dengan keluhan respiratori dan gambaran foto dada ($p>0.05$). Tidak terdapat hubungan antara masa kerja dengan gejala respiratori dan gambaran pneumokoniosis pada foto dada ($p=0.69$).

Kesimpulan : Angka kejadian pneumokoniosis pada pekerja keramik yang terpapar debu silika adalah 22,8%. Tidak terdapat hubungan antara kadar debu di tempat kerja dengan gejala respiratori dan foto dada. Tidak terdapat hubungan antara masa kerja dengan gejala respirasi dan gambaran pneumokoniosis pada foto dada.

Kata Kunci: *Keramik, kadar debu, masa kerja, foto dada.*

ABSTRACT

The Association of working duration with respiratory symptoms and Chest X-ray result in Ceramic Industry Workers Company X Mabar Medan

Background: Workers in the ceramics industry are often exposed to silica content in ceramic raw materials every day. Silica will unwittingly be inhaled and deposited inside the lungs. Because the material structure cannot be phagocytosed by macrophages, silica crystals will induce inflammation and pulmonary parenchymal damage which leads to the occurrence of respiratory symptoms, lung function disorders and the presence of lesions on the chest X-ray. The purpose of this study was to determine the relationship between working duration with respiratory symptoms, the results of lung function test and chest X-ray images of ceramics industry workers.

Methods: This study is an analytical study with a cross-sectional design conducted in March - June 2019 in the X Ceramics Industry in the Mabar area, Medan City. The research subject was differentiated based on the location of the work and measured the level of dust in the work location using a Low Volume Air Sampler. Respiratory symptoms was assessed by quetioner, and chest X-ray was assessed using an interpretation from the International Labor Organzation (ILO). Statistical analysis was performed by Chi Square test, T test, and Anova using SPSS software.

Results: 35 male workers were included as subjects, divided into 3 work locations, which were 11 (31.4%) in the precompression section, 13 (37.1%) in the compression section and 11 (31.4%) in the sintering section. Dust levels in each work location are 24.8, 29.2, and 6.11 respectively. Of all subjects, 9 (25.7%) had respiratoric symptoms and 8 (22.8%) had abnormal chest X-ray (pneumoconiosis and tuberculosis). There is no relationship between dust levels with respiratory symptoms and chest X-ray ($p > 0.05$). There is no relationship between working duration with respiratory symptoms and pneumoconiosis findings in chest x-ray ($p=0.69$).

Conclusion: The prevalence of pneumoconiosis among ceramic workers exposed with silica dust is 22.8%. There is no relationship between the level of dust in the workplace with respiratory symptoms and chest X-ray. There is no relationship between wprking duration with respiratory symptoms and pneumoconiosis findings in chest x-ray.

Keywords: Ceramics, dust levels, duration of work, lung function, chest X-ray.

KATA PENGANTAR / UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim,

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X Mabar Medan”

Tulisan ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan Program Pendidikan Dokter Spesialis untuk bidang keahlian Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi di Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Dr. dr. Aldy Syafruddin Rambe, M.Ked(Neu), Sp.S(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh program pendidikan dokter spesialis.

Dr. dr. Pandiaman Pandia, M.Ked(Paru), Sp.P(K), sebagai Ketua Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi FK USU yang telah memberikan bimbingan dan nasehat serta arahan bagi penulis dalam rangka menyelesaikan program pendidikan dokter spesialis .

Dr. dr. Amira P Tarigan, M.Ked(Paru), Sp.P(K) selaku Ketua Program Studi Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi FK USU dan juga sebagai Pembimbing Akademik serta sebagai pembimbing utama dalam penelitian ini yang senantiasa memberikan arahan dan dorongan dan tiada henti hentinya memberikan nasehat dalam cara berpikir, bersikap, dan berperilaku baik selama masa pendidikan hingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian program pendidikan dokter spesialis.

dr. Nuryunita Nainggolan, Sp.P(K) sebagai pembimbing kedua dalam penelitian ini yang senantiasa memberikan semangat, arahan dan dorongan selama

masa pendidikan hingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian program pendidikan dokter spesialis.

Dr. dr. Bintang Y.M. Sinaga, M.Ked(Paru), Sp.P(K) selaku Sekretaris Program Studi Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi FK USU dan sekaligus sebagai koordinator penelitian ilmiah di Departemen Pulmonolgi dan Kedokteran Respirasi FK USU yang telah banyak memberikan masukan dalam rangka penyusunan dan penyempurnaan tulisan ini.

dr. Muntasir AB, Sp.P(K) sebagai Kepala SMF Paru RSUP H.Adam Malik medan yang senantiasa memberikan arahan dan dorongan serta masukan bagi penulis hingga dapat menyelesaikan seluruh rangkaian program pendidikan dokter spesialis.

dr. Putri Chairani Eyanor, MSEPid, PhD selaku pembimbing statistik dalam penelitian penulis yang telah membuka khasanah pengetahuan penulis dan menumbuhkan minat penulis yang begitu besar di bidang Biostatistik, serta dengan penuh kesabaran memberi bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini.

Penghormatan dan ucapan terimakasih juga tak lupa penulis sampaikan kepada seluruh jajaran guru besar dan staf pengajar di Departemen Pulmonologi Kedokteran Respirasi FK USU, yaitu kepada Prof. dr. Luhur Soeroso, Sp.P(K), Prof. dr. Tamsil Syafiuddin, Sp.P(K), dr. Hilaluddin Sembiring, DTM&H, Sp.P(K), dr. Widirahardjo, M.Ked(Paru), Sp.P(K), Dr. dr. Fajrinur Syarani, M.Ked(Paru), Sp.P(K), dr. Parluhutan Siagian, M.Ked(Paru), Sp.P(K), Dr. dr. Noni N. Soeroso, M.Ked(Paru), Sp.P(K), dr. Setia Putra Tarigan, Sp.P(K), dr. Syamsul Bihar, M.Ked(Paru), Sp.P(K), dr. Netty Y. Damanik, Sp.P, dr. Ade Rahmaini, M.Ked(Paru), Sp.P(K) dan dr. Desfrina, M.Ked(Paru), Sp.P(K) yang telah banyak memberikan kontribusi keilmuan selama menjalani pendidikan di bidang Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh teman sejawat peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman – teman saya di Pulmo Squad dr. Endah, dr. Moli, dr. Egip, Tri, dr. Selvy, dr. Amos dan dr. Martunis yang telah

memberi dukungan, semangat, nasehat dan saran untuk terlaksananya penelitian saya.

Penghormatan yang setinggi-tingginya dan terima kasih yang tiada terbalas penulis sampaikan kepada Orang Tua saya (Almarhum) Sudirman dan Hadijah yang telah membesarkan, mendidik dan tanpa henti mendoakan penulis sepanjang hidup. Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan dan budi luhur kedua orang tua penulis. Kepada abang dan adik saya Yulita, S.E, Hazali S.Komp, dan Mimi Puspita Sari, M.Keb atas dukungan dan semangatnya. Kepada Suami tercinta Aulia Ichsan Teniro, S.T dan anak saya queenza Alesha Sabiqah dan Qaishy Juro El Rafif yang telah memberikan kasih sayang dan pelajaran tentang kesabaran serta kesetiaan juga selalu mendoakan saya senantiasa. Semoga Allah SWT selalu memberikan berkah kepada keluarga kecil kita . Amin

Akhirnya pada kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan, kekhilafan dan kesalahan yang pernah diperbuat selama ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan kontribusi keilmuan dan dapat bermanfaat bagi orang-orang yang membutuhkan. Semoga ilmu dan keterampilan yang penulis dapatkan selama ini dapat bermanfaat bagi agama, masyarakat, nusa dan bangsa. Amiin.

Medan, 6 November 2019

Penulis,

dr.Marini Puspita Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.3.1. Tujuan Umum	4
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Akademik	5
1.4.2. Manfaat Terapan	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Paparan Debu di tempat Kerja	7
2.1.1. Pengertian Debu	7
2.1.2. Klasifikasi Debu	7
2.1.3. Ukuran Partikel Debu	11
2.1.4. Kadar Partikel Debu dan Lama Paparan	12
2.2. Cara Pengukuran Debu	13
2.2.1. Nilai Ambang Batas (NAB) Debu Silika Di Udara ..	14
2.3. Efek Debu Terhadap Kesehatan	15
2.4. Jalur Masuknya Debu Silika Sampai ke Dalam Paru	16

2.5.	Proses Pembuatan Keramik	17
2.6.	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Gangguan Fungsi Paru	19
2.7.	Penyakit Paru Kerja	22
2.8.	Pneumokoniosis	24
2.8.1.	Gejala Respiratori dan Diagnosis Pneumokoniosis ...	25
2.8.2.	Faktor – Faktor yang Menyebabkan Pneumokoniosis ..	38
2.9.	Kerangka Teori Penelitian	41
2.10.	Hipotesis Penelitian	42
2.11.	Kerangka Konsep Penelitian	43
BAB 3.	METODE PENELITIAN	43
3.1.	Rancangan penelitian	43
3.2.	Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.3.	Populasi, Sampel dan Besar Sampel Penelitian	43
3.3.1.	Populasi	39
3.3.2.	Sampel	39
3.3.3.	Besaran Sampel	39
3.4.	Identifikasi Variabel	43
3.5.	Definisi Operasional	43
3.6.	Kerangka Kerja Penelitian	47
3.7.	Prosedur Pengumpulan Data	47
3.8.	Analisis Data	51
3.9.	Etika Penelitian	47
3.10.	Jadwal Penelitian	52
3.11.	Perkiraan Biaya Penelitian	52
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1.	Hasil	54
4.1.1.	Karakteristik Demografis Subjek Penelitian	54
4.1.2.	Karakteristik Klinis Subjek Penelitian	56
4.1.3.	Hubungan Paparan Debu dengan Keluhan Respiratorik	57
4.1.4.	Hubungan Paparan Debu Debu Fungsi Paru	58
4.1.5.	Hubungan Paparan Debu dengan Gambaran Foto Dada	59
4.2.	Pembahasan	66
4.2.1.	Pembahasan Karakteristik Demografis dan Klinis Subjek Penelitian	66
4.2.2.	Pembahasan Inflamasi Paru Pada Pekerja Pabrik Keramik	68
4.2.3.	Pembahasan Hubungan Paparan Debu dengan Keluhan Respiratorik	68
4.2.4.	Pembahasan Hubungan Paparan Debu dengan Fungsi Paru	68

4.2.5. Pembahasan Hubungan Paparan Debu dengan Foto Dada	74
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1. Kesimpulan	78
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Komposisi Debu Keramik	9
2.2	Kriteria Udara Bersih dan Udara Tercemar	9
2.3	Industri Dan Aktivitas Dengan Paparan Silika	10
2.4	Pengelompokan IMT..	21
2.5	Klasifikasi Penyakit Paru Kerja.....	23
2.6	Derajat Obstruksi Menurut Hasil Spirometri	28
2.7	Derajat Retriksi Menurut Hasil Spirometri	28
2.8	Nilai-Nilai Paparan Pada Foto Dada	30
3.1	Defenisi Operasional.....	40
3.2	Jadwal Penelitian	48
4.1	Karakteristik Demografis Subjek Penelitian	56
4.2	Karakteristik Klinis Subjek Penelitian	59
4.3	Hubungan Kadar Debu dengan Keluhan Respirastorik.....	61
4.4	Hubungan Lama Kerja dengan Keluhan Respiratorik.....	61
4.5	Hubungan Paparan Debu dengan Fungsi Paru	62
4.6	Hubungan Lama Kerja dengan Kejadian Retriksi.....	63
4.7	Hubungan kadar debu (lokasi kerja) dengan Foto Dada	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Jalur Masuknya Debu Silika Sampai ke Dalam Paru	17
2.2	Cara Foto Dada PA.....	30
2.3	Foto Dada PA	32
2.4	Kerangka Teori Penelitian	37
3.1	Kerangka Konsep Penelitian	38

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup.....	84
Lampiran 2	Lembar Penjelasan Kepada Calon Subjek Penelitian.....	85
Lampiran 3	Lembar persetujuan medik (<i>Inform consent</i>)	86
Lampiran 4	Status penelitian.....	87
Lampiran 5	Anamnesis, Pemeriksaan Fisik Dan Foto Dada	88
Lampiran 6	Pemeriksaan Spirometri dan Pemeriksaan Kadar Debu Keramik	89
Lampiran 7	Lokasi Pekerjaan	90
Lampiran 8	Pneumokoniosis.....	93
Lampiran 9	Statistik	94

DAFTAR SINGKATAN

APD	: <i>Alat Pelindung Diri</i>
ATS	: <i>American Thoracic Society</i>
BSN	: <i>Badan Standardisasi Nasional</i>
BMI	: <i>Body Mass Index</i>
BTA	: <i>Basil Tahan Asam</i>
C	: <i>celsius</i>
F	: <i>Fahrenheit</i>
FK	: <i>Fakultas Kedokteran</i>
HVAS	: <i>High Volume Air Sampler</i>
IJETR	: <i>International Journal of Engineering and Technical Research</i>
ILO	: <i>Internasional Labour Organization</i>
IUPAC	: <i>International Union Of Pure and Applied Chemistry</i>
IFN- γ	: <i>Interferon gamma</i>
IMT	: <i>Indeks Massa Tubuh</i>
KEPK	: <i>Komisi Etik Penelitian Kesehatan</i>
Kepres RI	: <i>Keputusan Presiden Republik Indonesia</i>
KVP	: <i>Kapasitas Vital Paksa</i>
LVAS	: <i>Low Volume Air Sampler</i>
NAB	: <i>Nilai Ambang Batas</i>
NIOSH	: <i>The Nasional Institute for Occupational Safety and Health</i>
MSHA	: <i>Mine Safety and Health Administration</i>
OSHA	: <i>Occupational safety and Health Administration</i>
PA	: <i>Posterior Anterior</i>
PDGF	: <i>Platelet Derived Growth Factor</i>
PDS	: <i>Personal Dust Sampler</i>
RADS	: <i>Resactive Airways Dysfunction Syndrome</i>
RNS	: <i>Reactive Nitrogen Spesies</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
SNI	: <i>Standar Nasional Indonesia</i>
TGF- β	: <i>Tumor Growth Factor beta</i>
TSP	: <i>Total Suspended Particulate</i>
USU	: <i>Universitas Sumatera Utara</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit ditempat kerja sering kali terjadi karena beberapa penyebab diantaranya cara mengatur tempat kerja, faktor fisik dan manusia. Menurut jenis umum, misalnya resiko yang berhubungan dengan mesin , resiko yang berhubungan dengan bahan kimia yang berbahaya, resiko-resiko yang berhubungan dengan sosial kejiwaan (ILO; 2008).

Salah satu dampak penting akibat pembangunan industri adalah perubahan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran udara. World Health Organization (WHO) melaporkan sekitar 3 juta kematian per tahun terkait dengan paparan polusi udara terbuka. Pencemaran udara dalam ruangan bisa sama mematikannya. Pada tahun 2012, sekitar 6,5 juta kematian (11,6% dari semua kematian global) dikaitkan dengan polusi udara dalam dan luar ruangan bersama-sama. Hampir 90% kematian akibat polusi udara terjadi di negara berpendapatan rendah dan menengah, dengan hampir 2 dari 3 terjadi di wilayah Asia Tenggara dan Pasifik Barat (WHO, 2016).

Direktorat Jenderal Mineral mengungkapkan bahwa Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber energi dan mineral. Tenaga kerja sebagai sumber daya manusia memegang peranan utama dalam proses pembangunan industri. Peranan sumber daya manusia perlu mendapat perhatian tentang keselamatan maupun kesehatan kerjanya. Potensi bahaya dapat menunjukkan cedera atau penyakit, kerugian yang dialami pekerja atau perusahaan (A.M.Sugeng Budiono, 2003).

Undang – undang No. 14 tahun 1969 yang mengatur tentang higiene perusahaan dan kesehatan kerja serta undang – undang No.1 tahun 1970 yang mengatur keselamatan kerja di tempat kerja, maka sepantasnya industri besar maupun kecil memperhatikan masalah kesehatan dan keselamatan para

pekerjanya ditempat kerja. Debu yang terhirup oleh pekerja dapat menimbulkan kelainan faal paru dan foto dada.

Mendiagnosis penyakit paru kerja tidaklah mudah karena onset yang lama dan tanpa gejala yang berarti pada saat awal (Royani, 2017). Data WHO (World Health Organization) tahun 2007 menunjukkan diantara semua penyakit akibat kerja 30% sampai 50% adalah penyakit silikosis dan penyakit pneumokoniosis lainnya. ILO (International labour Organization) mendeteksi bahwa sekitar 40.000 kasus baru pneumokoniosis yang disebabkan oleh paparan debu tempat kerja terjadi diseluruh dunia setiap tahunnya. Di Indonesia angka kesakitan mencapai 70% dari pekerja yang terpapar debu (Meita, 2012).

Salah satu industri yang sedang berkembang di Indonesia adalah industri keramik. Industri keramik dalam proses pembuatannya menghasilkan silika. Silika adalah senyawa kimia silikon dioksida (SiO_2) yang merupakan salah satu mineral dengan jumlah terbanyak di bumi. Sebagian besar silika terdapat dalam bentuk kristalin, dan bentuk amorfus dalam jumlah yang lebih sedikit (Castranova, Vallyathan & Wallace, 2000).

Keramik merupakan bahan yang mempunyai karakteristik senyawa logam dan bukan logam, senyawa tersebut memiliki ikatan ionik dan ikatan kovalen (Vlack, 1994). Keramik mempunyai sifat-sifat yang baik seperti kuat, keras, stabil pada suhu tinggi dan tidak korosif (Harefa, 2009). Pekerja keramik yang terpapar partikel debu yang dihasilkan dari proses produksi keramik berpotensi berkembang menjadi penyakit pernapasan akibat pajanan kronis paparan debu keramik (MA Alim dkk, 2014).

Keramik memiliki bahan baku utama dan bahan baku tambahan yang merupakan bahan dasar dari lantai keramik. Bahan baku lantai keramik adalah material tanah liat (*clay*), bahan pelebur (*feldspar*), bahan penghilang lemak, bahan tahan panas (Mg dan Silikat aluminium), dan pencampur, sedangkan bahan baku tambahan seperti *water glass*, untuk mengencerkan *clay*, air, dan pigmen untuk memberi warna (Astuti, 1997). Pasokan keramik mengandung zat beracun dan menghasilkan berbagai masalah lingkungan dan menimbulkan sejumlah masalah kesehatan masyarakat.

Menurut Rossol (2001) menyatakan bahwa tidak ada bahan kimia berbahaya yang tidak digunakan di suatu tempat produksi. Menurut McCann dan Babin (2008), karyawan bekerja dengan berbagai bahan berbahaya yang meliputi asam, pelarut, logam, dan banyak lagi (Bassam dkk, 2015).

Kadar debu total yang diizinkan terdapat di udara dan tidak mengganggu kenikmatan kerja menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja tentang nilai ambang batas faktor fisik dan faktor kimia di tempat kerja No. 13 tahun 2011 adalah jika kadar debu maksimal di tempat kerja ialah 3 mg/m^3 , sedangkan untuk debu silika adalah $0,05 \text{ mg/m}^3$ (NAB untuk fraksi respirable dari materi partikulat).

Dalam hal ini antara tahun 1990 dan 1993 sekitar 600.000 pekerja di Inggris dan lebih dari 3 juta di Eropa terpapar untuk kristal silika (Kauppinen dkk, 2000). Di Inggris antara tahun 1996 dan 2009 setidaknya 100 kasus baru per tahun dilaporkan (HSE, 2013). Namun, Insiden kematian telah berkurang secara signifikan. Tingkat kematian di Amerika Serikat turun dari 8,9 per juta pada tahun 1968 hingga 0,7 pada tahun 2004 (Bang, 2008).

Pada penelitian produksi keramik di Taiwan dalam tingkat pemeriksaan foto dada, fungsi paru, berdasarkan umur dan lama kerja didapat kesimpulan bahwa pekerja saniter keramik dan pekerja keramik lainnya memiliki risiko yang sama terhadap silikosis (Yu chung dkk, 2017).

Prevalensi yang sangat tinggi terhadap gejala pernapasan pada pekerja keramik di Brazil. Debu silika berkorelasi dengan hasil radiografi positif untuk silikosis pada pekerja di Brazil (Forastiere dkk, 2002) . Pada penelitian pekerja keramik di Dhaka, Bangladesh. Pekerja pabrik keramik berpotensi berisiko terserang penyakit pernapasan akibat inhalasi kronis partikel debu yang dihasilkan di pabrik keramik. Prevalensi masalah pernapasan secara signifikan lebih tinggi di antara bukan pengguna APD daripada pengguna APD, dan ditemukan lebih tinggi dengan peningkatan durasi pekerjaan (M.A Alim dkk, 2014).

Keluhan penyakit paru kerja dapat berupa batuk, berdahak, napas pendek (Muchtar, 2009). Menurut buku ajar respirasi USU 2017, keluhan penyakit paru

kerja yang biasa dikeluhkan pasien adalah batuk, sesak napas, nyeri dada, berat didada, dan pola pernapasan yang tidak normal (Nuryunita, 2017).

Faktor utama yang berperan pada patogenesis pneumokoniosis adalah partikel debu dan respon tubuh khususnya saluran napas terhadap partikel debu tersebut. Komposisi kimia, sifat fisik, dosis dan lama pajanan menentukan dapat atau tidaknya terjadi Pneumokoniosis (Susanto AD, 2011).

Debu dengan ukuran yang semakin kecil memiliki potensi yang semakin besar dalam menimbulkan gangguan faal paru pekerja karena debu dengan ukuran kurang dari 1μ dapat masuk dalam alveolus, sedangkan partikel debu $<0.1\mu$ bergerak keluar masuk alveoli dan tidak mengendap dipermukaan alveoli (Suma'mur, 2013). Selain itu faktor individual meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran nafas serta faktor imunologis juga mempengaruhi gangguan fungsi paru (Ardam, 2015).

Polusi udara dilingkungan kerja dikaitkan dengan berbagai penyakit pernapasan akibat kerja. Penyakit pernapasan akibat kerja dapat kita telusuri dari klinis, pemeriksaan fisik, pemeriksaan radiologi, test fungsi paru, dan kuesioner untuk identifikasi gejala pernapasan (Edilaura dkk, 2010).

Diagnosis penyakit Pneumokoniosis dilakukan melalui pengamatan membutuhkan tingkat keahlian tertentu. Beberapa penelitian membuktikan bahwa ada perbedaan antar pembaca dan beberapa variasi pembaca intra dalam diagnosis pneumokoniosis. ILO juga telah memperkenalkan skema klasifikasi standar untuk diagnosis pneumokoniosis untuk memfasilitasi perbandingan data, investigasi epidemiologis dan laporan penelitian internasional (Varun Jampani, 2013).

Perusahaan X merupakan industri pengolahan keramik yang terletak di Mabar, Medan, Sumatera Utara. Perusahaan ini mempunyai jumlah tenaga 35 orang. Bahan baku pada perusahaan ini terbanyak digunakan adalah tanah liat (clay). Perusahaan ini mengolah bahan tanah liat (clay) untuk pembuatan keramik. Pekerja menggunakan masker selama bekerja yang terbuat dari kain yang dibentuk menjadi masker namun pekerja masih mengeluh debu keramik masih bisa menembus masker yang dipakai.

Penelitian ini dilakukan pada pekerja industri keramik perusahaan X, Mabar Medan untuk mengetahui hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik sehingga dapat dilakukan upaya preventif apabila terdapat angka frekuensi yang signifikan pada masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.

Sebelum membuat usulan penelitian ini, telah dilakukan pengamatan awal terhadap industri dan pekerja keramik yang akan diteliti. Dimana ada kesulitan dalam meminta izin untuk memasuki kawasan industri tersebut. Dalam survei awal tampak begitu jelas debu yang dirasakan dalam industri tersebut. Sehingga layak untuk dilakukan penelitian terhadap pekerja industri tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui distribusi frekuensi masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui distribusi frekuensi gejala respiratori pekerja industri keramik
- b. Untuk mengetahui rerata gejala respirasi dan hasil foto berdasarkan kadar debu di tempat kerja
- c. Untuk mengetahui rerata gejala respirasi dan hasil foto dada berdasarkan masa kerja
- d. Untuk mengetahui rerata gejala respirasi dan hasil foto dada berdasarkan karakteristik (usia dan jenis kelamin)

- e. Untuk mengetahui rerata gejala respirasi dan hasil foto berdasarkan kebiasaan merokok
- f. Untuk mengetahui rerata gejala respirasi dan hasil foto berdasarkan penggunaan APD.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Akademik

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dan hasilnya dapat dipakai sebagai data dasar dan juga bermanfaat untuk menambah pengetahuan kita mengenai hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar Medan.

Untuk membuktikan hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.

1.4.2. Manfaat Terapan

1. Bagi Peneliti

Dapat memberikan bahan informasi, ilmu, pengetahuan dan wawasan tentang hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar Medan.

2. Bagi Masyarakat dan Pasien

1. Memberi informasi dan menambah pengetahuan serta masukan tentang pengendalian dini pencemaran udara di lingkungan kerja industri keramik untuk mencegah dampak kesehatan yang merugikan kalangan pekerja.
2. Jika terdapat gejala respirasi dan kelainan hasil foto dada yang berhubungan dengan status gizi maka dapat dilakukan usaha dan penyuluhan untuk meningkatkan gizi pekerja pengolahan keramik.
3. Jika ada hubungan paparan debu keramik dengan gejala respirasi dan hasil foto dada dengan penggunaan APD maka dapat dilakukan usaha dan penyuluhan pada pekerja pengolahan keramik untuk menggunakan APD dengan benar dan baik untuk mencegah dampak kesehatan yang merugikan.

3. Bagi instansi pendidikan

1. Dapat memberikan informasi dan data ilmiah tentang hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi, faal paru, dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.
2. Memberi manfaat bagi program kesehatan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang hubungan masa kerja terhadap gejala respirasi, faal paru, dan hasil foto dada pada pekerja pada industri keramik di tempat lain.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Paparan Debu di Tempat Kerja

2.1.1. Pengertian Debu

Menurut BSN (Badan Standardisasi Nasional) 2004 menyatakan bahwa debu adalah partikel padat yang terbentuk karena adanya kekuatan alami atau mekanik seperti penghalusan (grinding), penghancuran (crushing), peledakan (blasting), pengayakan (shaking) dan atau pengeboran (driling). Diantara banyaknya polutan udara di lingkungan kerja, debu merupakan salah satu agen kimia yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Debu juga dapat menyebabkan pengurangan kenyamanan kerja, gangguan penglihatan, gangguan fungsi faal paru, kerusakan paru fibrosis, bahkan dapat menimbulkan keracunan umum bila terinhalasi selama bekerja dan terus menerus (Susianti dkk, 2007).

Menurut "*The Glossary of Atmospheric Chemistry Terms*" (IUPAC, 2001), debu adalah partikel kecil, padat dan kering yang diproyeksikan ke udara oleh kekuatan alam seperti angin, dan letusan gunung berapi, atau oleh proses mekanis buatan manusia seperti proses menghancurkan, menggiling, pengeboran, pembongkaran, menyekop, penyaluran, pengayakan, pembungkusan, dan penyapuan. Partikel debu ini diameternya terdiri dari berbagai ukuran mulai dari 1 μm sampai 100 μm dan menetap perlahan di bawah pengaruh gravitasi bumi.

Sementara itu menurut *Mine Safety and Health Administration (MSHA, 1999)*, debu atau *dust* adalah partikel padat yang berukuran sangat kecil berukuran 1 sampai 500 mikron yang dibawa oleh udara. Partikel-partikel kecil ini dibentuk oleh suatu proses disintegrasi atau fraktur seperti penggilingan, penghancuran atau pemukulan terhadap benda padat. Debu sebagai padatan halus yang tersuspensi di udara yang tidak mengalami perubahan secara kimia ataupun fisika dari bahan padatan aslinya.

2.1.2. Klasifikasi Debu

Debu merupakan aerosol berbentuk partikel padat, tidak termasuk benda hidup. Debu industri yang terdapat didalam udara dibagi dua, yaitu pertama *deposite particulate matter* ialah debu yang hanya sementara ada di udara dan segera mengendap akibat daya tarik bumi dan kedua *suspended particulate matter* ialah debu yang tetap berada di udara dan tidak mudah mengendap (Royani, 2017).

Bedasarkan buku ajar respirasi departemen pulmonolgi FK USU bahwa debu digolongkan menjadi :

1. Debu organik : yang berasal dari bahan mengandung karbon kecuali karbon oksida, sulfida dan karbon metal (nabati, hewani).
2. Debu inorganik : yang tidak mengandung karbon kecuali karbon monoksida dan karbon dioksida pertambangan, industri logam (keramik).
3. Gas iritan : farmasi, pupuk (Nuryunita, 2017).

Menurut Pope (2003), mekanisme pengendapan partikel debu di paru berlangsung dengan berbagai cara:

1. *Gravitation*, sedimentasi partikel yang masuk saluran nafas karena gaya gravitasi,
2. *Impaction* yaitu terbenturnya di percabangan bronkus dan jatuh pada percabangan yang kecil,
3. *Brown difusion* yang mengendapnya partikel yang diameter lebih besar dari dua micron yang disebabkan oleh terjadinya gerakan keliling (gerakan Brown) dari partikel oleh energi kinetic,
4. *Elektrostatic* terjadi karena saluran nafas dilapisi mukus, yang merupakan konduktor yang baik secara elektrostatik,
5. *Interception* yaitu pengendapan yang berhubungan dengan sifat fisik partikel berupa ukuran panjang/besar partikel hal ini penting untuk mengetahui dimana terjadi pengendapan.

Tabel 2.1. Komposisi Debu Keramik (IJETR, 2015)

SIFAT BAHAN BAKU KERAMIK	DEBU KERAMIK (%)
SiO ₂	63.29
Al ₂ O ₃	18.29
Fe ₂ O ₃	4.32
CaO	4.46
MgO	0.72
P ₂ O ₅	0.16
K ₂ O	2.18
Na ₂ O	0.75
SO ₃	0.1
CL-	0.005
TiO ₂	0.61
SrO ₂	0.02
Mn ₂ O ₃	0.05
L.O.I (Los of Ignition)	1.61

Tercemar atau tidaknya udara di suatu daerah dapat ditentukan dengan kriteria pada :

Tabel 2.2. Kriteria Udara Bersih Dan Udara Tercemar (WHO, 1976)

Parameter	Udara bersih	Udara tercemar
Pb	12,1098 gr/m ³	12,1098-14,00 gr/m ³
SO	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 2 ppm
NO	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 0,1 ppm
CO	310 – 330 ppm	350 – 700 ppm
Hidrokarbon	<1 ppm	5 - 200 ppm

Sumber : (HJ. Mukono, 2005)

Tabel 2.3. Industri dan Aktivitas dengan Paparan Silika (NIOSH, 2002)

Industri dan aktivitas	Pekerjaan dan Tugas	Sumber Material
Pertanian	Membajak, memanen, penggunaan mesin, pembakaran sampah pertanian, pengolahan produk pertanian	Tanah
Pengolahan batu	Pengolahan	<i>Sandstone</i> , granit, flint, pasir, gravel, slate, <i>diatomaceous earth</i>
Gelas, termasuk fiber	gelas Pengolahan bahan mentah	Pasir, <i>crushed quartz</i> , <i>bahan tahan panas</i>
Konstruksi		Pasir, beton, batu keras, tanah
Semen	Pengolahan bahan mentah	Tanah liat, pasir, <i>limestone</i> , <i>diatomaceous earth</i>
Abrasi	Produksi pengolahan <i>abrasive</i> silikon, produk	Pasir, <i>sandstone</i>
Keramik	Pengolahan	Tanah liat, pasir, <i>diatomaceus earth</i>
Besi dan <i>steel</i>	Pengolahan	Bahan tahan panas
Silikon	Pengolahan bahan mentah	Pasir
Produk metal konstruksi kapal	dan <i>Abrasive blasting</i>	Pasir
Karet dan plastik	Pengolahan bahan mentah	Tepung silika, <i>diatomaceous earth</i>
Cat	Pengolahan bahan mentah	Tepung silika
Atap	Aplikasi granul dan pengisian	Pasir dan agregat
Perhiasan	Pemotongan \, gerinda, pelapisan, pemahatan	Tanah liat, batu keras, mineral
Pahat, Patung	Keramik, pencampuran tanah liat	Pasir
Materi gigi	<i>Sandblasting</i> , <i>polishing</i>	Pasir

2.1.3. Ukuran Partikel Debu

Ukuran debu sangat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernapasan. Dari hasil penelitian ukuran tersebut dapat mencapai target organ, sebagai berikut (Depkes RI, 1996):

- a. 5-10 mikron, akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian atas.
- b. 3-5 mikron, akan tertahan oleh saluran pernapasan bagian tengah.
- c. 1-3 mikron, sampai di permukaan alveoli.
- d. 0,5-1 mikron, hinggap di permukaan alveoli/selaput lendir sehingga dapat menyebabkan fibrosis pada paru-paru.
- e. 0,1-0,5 mikron, melayang di permukaan alveoli.

Ukuran partikel suatu zat yang terisap mengakibatkan cara penetrasi dan areapenyimpanan yang berbeda-beda di dalam percabangan saluran pernapasan. Dengan demikian, partikel zat kimia dibedakan menjadi tiga berdasarkan kemampuan absorpsi partikelnya kedalam tubuh, yaitu :

a. *Non-inspirable*

Partikel-partikel yang dapat terisap oleh saluran pernapasan, tetapi tidak akan diabsorpsi ke dalam tubuh karena akan terperangkap oleh mekanisme penyaringan di hidung.

b. *Inspirable*

Partikel-partikel yang bila terisap oleh saluran pernapasan akan mudah masuk ke dalam cabang-cabang bronkus dan dapat mengendap di semua bagian saluran pernapasan, tetapi biasanya perlahan-lahan akan dibersihkan oleh mekanisme pertahanan tubuh.

c. *Respirable*

Partikel-partikel yang bila terisap oleh saluran pernapasan akan mudah masuk sampai ke alveolus sehingga dapat diabsorpsi oleh tubuh (Harrianto R, 2010).

Debu keramik dihasilkan oleh proses panas pada pabrik keramik biasanya dari submikron (1 mikron=1/25.000 inci) lebih berat dan lebih padat dari partikel debu kayu dan plastik. Pada paparan kronis dapat menghasilkan gambaran radioopak pada foto dada (MA Alim, 2014).). Inhalasi debu yang mengandung

silika dapat sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan sering menyebabkan kematian jika tindakan pencegahan tidak dilakukan (Greenberg dkk, 2007).

Paparan debu respirabel kristal silika sudah lama dikenal sebagai parasit yang menghasil nodule di paru-paru. Debu silika bebas (SiO_2), berdiameter 0,02 sampai 0,08 μm , terutama dominan mengandung unsur Si yang terhirup waktu bernafas dan tertimbun di paru-paru. Polusi debu respirable yang mengandung silika akan mengendap di daerah bronkioli dan alveoli. Debu ini bersifat fibrogenik dan dapat menyebabkan kelainan paru restriktif. Jika sudah terjadi fibrosis (kerusakan jaringan paru), maka proses fibrosis akan terus berlanjut, walaupun pemajanan debu silika sudah tidak ada, penyakit akan terus berkembang hingga menjadi massive progressive fibrosis (Klerk dkk, 1998).

Hidung merupakan filter udara pernapasan yang sangat efisien, karena pada keadaan normal sebagian besar partikel debu terinhalasi akan mengalami penimbunan di rongga hidung. Partikel debu yang terbawa aliran udara didalam paru sebagian besar akan dikeluarkan kembali atau dieliminasi oleh mekanisme bersihan paru. Debu terhirup saat bernapas disebut inhale yang berukuran 0,1 sampai 10 μm . Debu dengan ukuran 3-10 μm akan tertanam pada trakeobronkus dan debu dengan ukuran 0,1-3,0 μm akan masuk dalam alveoli dan berpotensi menyebabkan pneumokoniosis. Debu yang sampai di alveoli disebut debu respirable akan tertimbun di alveoli karena sebagian tertimbun di hidung, trakea dan bronkus (Royani, 2017).

Berbagai faktor dalam timbulnya gangguan pada saluran napas akibat debu dapat disebabkan oleh debu yang meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, serta lama paparan. Disamping itu, faktor individual yang meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas.

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, kebiasaan merokok dan faktor *allergen* (Khumaidah, 2009).

2.1.4. Kadar Partikel Debu dan Lama Paparan

Bahan baku keramik mengandung silika kristalin (kristobalit), yang telah diklarifikasikan sebagai karsinogenik bagi manusia (MA Alim, 2014). Kadar debu berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis. Peluang terkena pneumokoniosis pada pekerja di area terbuka 8,3 kali lebih besar dibandingkan dengan kadar debu di area tertutup. Pekerja di area terbuka dengan kadar debu yang lebih tinggi mempunyai peluang lebih tinggi terjadinya pneumokoniosis dibandingkan dengan pekerja di area tertutup dengan kadar debu yang lebih rendah (Razi dkk, 2008).

Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara dan semakin lama paparan berlangsung, jumlah partikel yang mengendap di paru juga semakin banyak. Setiap inhalasi 500 partikel per millimeter kubik udara, setiap alveoli paling sedikit menerima 1 partikel dan apabila konsentrasi mencapai 1000 partikel per millimeter kubik, maka 10% dari jumlah tersebut akan tertimbun di paru. Konsentrasi yang melebihi 5000 partikel per millimeter kubik sering dihubungkan dengan terjadinya pneumokoniosis. Setiap orang mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap debu. Dalam masa yang sama, ada orang yang menjadi sakit namun ada pula yang tidak sakit (Royani, 2017).

Pneumokoniosis akibat debu akan timbul setelah penderita mengalami kontak lama dengan debu. Jarang ditemui kelainan bila paparan kurang dari 10 tahun. Dengan demikian lama paparan mempunyai pengaruh besar terhadap kejadian gangguan fungsi paru (Yunus, 2006 dan Ramdan, 2013).

2.2. Cara Pengukuran Debu

Kuantitas pajanan terhadap debu keramik didefinisikan menjadi beberapa istilah yaitu kadar debu total (*total dust*), kadar debu yang terhirup (*respirable dust*) dan kadar debu dosis kumulatif.

Total dust dihitung dengan menggunakan pengumpul debu pasif. Debu total ini kurang berpengaruh terhadap kesehatan karena ukuran debunya tidak spesifik. *Respirable dust* adalah partikel debu dengan diameter aerodinamik rata-rata 4 mikron (0-10 mikron) yang ditangkap oleh filter *nylon cyclone* diameter 10 mm dengan kecepatan 1,7 liter/menit. Sedangkan kadar debu dosis kumulatif

adalah perkalian antara *respirable dust* dengan lama pajanan. Ada 3 cara pengukuran kadar debu di udara yang semuanya mempunyai metode yang sama. Metode yang digunakan gravimetri yaitu dengan melewati udara dalam volume tertentu melalui serat glass/glass fiber/kertas saring, diantaranya (Lange, 2008 dan Gede, I Yasa, 2014):

- *High Volume Air Sampler (HVAS)*

Cara ini dikembangkan sejak tahun 1948 menggunakan filter berbentuk segi empat seukuran kertas A4 yang mempunyai porositas 0,3- 0,45 μm . Prosedur kerja alat ini adalah udara ambien dihisap dengan pompa hisap berkecepatan 1000-1500 lpm. Partikel debu dengan diameter 0,1 sampai 100 mikron akan masuk bersamaan aliran udara dan terkumpul pada permukaan saringan serat gelas. Metode ini dapat digunakan untuk mengambil contoh udara selama 24 jam. Pengukuran metoda ini untuk penentuan sebagai *Total Suspended Particulate (TSP)*.

- *Low Volume Air Sampler (LVAS)*

Cara ini menggunakan filter berbentuk lingkaran (bulat) dengan porositas 0,3- 0,45 μm . Prosedur kerja alat ini adalah udara ambien dihisap dengan pompa hisap berkecepatan 10-30 lpm untuk penangkapan *Suspensi Particulate Matter (SPM)*. Dengan mengetahui berat kertas saring sebelum dan sesudah pengukuran maka berat debu dapat dihitung.

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur Low Volume Air Sampler (LVAS) selama 1 jam untuk mengukur kadar debu terhisap. Dalam penelitian ini alat ukur Low Volume Air Sampler (LVAS) tidak perlu dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas karena telah dilakukan uji kalibrasi. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran dan lembar observasi diolah dan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi serta dalam angka bentuk persentase (%).

- *Personal Dust Sampler (PDS)*

Personal Dust Sampler adalah suatu alat yang biasa digunakan untuk menentukan banyaknya *Respirable Dust* di udara atau debu yang dapat lolos melalui filter bulu hidung manusia selama bernafas. Metodenya adalah

gravimetri atau melewati udara melalui kertas saring dengan cara mengatur *flow rate*. Untuk rate 2 liter/menit dapat menangkap partikel debu yang ukurannya lebih kecil dari 10 mikron. Alat ini biasanya digunakan pada lingkungan kerja dan dipasang pada pinggang tenaga kerja. Alatnya berukuran kecil (Lange, 2008 dan Gede, I Yasa, 2014).

2.2.1. Nilai Ambang Batas (NAB) Debu Keramik di Udara

Nilai Ambang Batas adalah parameter yang banyak digunakan untuk mengukur keadaan udara di dalam lingkungan kerja. Nilai Ambang batas adalah konsentrasi dari zat, uap dan gas dalam udara yang dapat dihirup dalam 8 jam sehari atau 40 jam seminggu yang hampir semua tenaga kerja dapat terpajan berulang kali sehari-hari dalam melakukan pekerjaan tanpa gangguan kesehatan yang berarti. Nilai Ambang Batas hanya merupakan alat atau pedoman yang mengikat untuk diperhatikan dari segi kesehatan dan keselamatan kerja. Namun bila NAB sudah diterapkan, bukan berarti para pekerja tersebut terbebas dari semua resiko yang mungkin timbul di lingkungan kerja. Nilai ambang batas kualitas udara di lingkungan kerja khususnya kadar debu silika pada industri pengolahan keramik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2005 untuk partikel inhalabel debu silika 10 mg/m³ dan untuk partikel respirabel debu silika 3 mg/m³.

Sedangkan standar debu silika di lingkungan kerja menurut Occupational Safety and Health Administration (OSHA) yaitu 10 mg/m, sedangkan menurut administrasi kesehatan dan keselamatan tambang (*Mine Safety and Health Administration*, MSHA) Amerika Serikat pada tahun 1989, merevisi peraturan yang berhubungan dengan kesehatan, termasuk merubah nilai NAB untuk silika respirabel sebesar 100 µg/m³. Lain pula menurut NIOSH, NAB untuk silika bebas sebesar 0,05 mg/m³.

Penelitian menunjukkan bahwa kadar debu di bawah ambang batas, misalnya kurang dari 1 mg/m³ dapat ditemukan gejala di mata, hidung, tenggorokan, kulit dan paru. Sedangkan gangguan sistem pernafasan yang kronik akan menyebabkan gangguan fungsi paru (Bukhori, 2015).

2.3. Efek Debu Terhadap Kelainan Paru

Dari berbagai macam penyakit yang timbul karena hubungan kerja terlihat bahwa paru dan saluran napas merupakan organ tubuh dan sistem yang banyak terkena oleh pajanan bahan – bahan yang berbahaya ditempat kerja (Mukhtar, 2009).

Kelainan paru yang dapat terjadi :

- a. Iritasi mukosa saluran napas → sembab dan hipersekresi
- b. Hiperaktivitas bronkus
- c. Spasme bronkus
- d. Radang difus pada parenkim paru
- e. Fibrosis luas
- f. Neoplasma (paru dan pleura)(Nuryunita, 2017).

Kadar debu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi saluran pernapasan dan gangguan fungsi paru. Semakin tinggi konsentrasi partikel debu dalam udara, jumlah partikel yang mengendap diparu juga akan semakin banyak (Khumaidah, 2009). Faktor utama yang berperan pada pneumokoniosis adalah partikel debu dan respon tubuh khususnya saluran napas terhadap partikel debu tersebut. Komposisi kimia, sifat fisik dan dosis dari debu menentukan dapat atau mudah tidaknya terjadi pneumokoniosis (Ngurah Rai, 2003).

Menurut *American Thoracic Society* (ATS) efek debu silika terhadap kesehatan adalah sebagai berikut:

- a) Silikosis merupakan bentuk penyakit paru akibat pekerjaan yang disebabkan karena menghirup debu silika secara kronik dan ditandai dengan adanya inflamasi dan pembentukan jaringan parut dari lesi nodular pada lobus paru bagian atas. Silikosis merupakan salah satu jenis dari pneumokoniosis (Greenberg *et al.*,2007).
- b) Bronkitis kronik dan obstruksi jalan napas adalah penyakit umum yang timbul di daerah kerja yang terpapar silika, tapi sangat sulit dibedakan bronkitis kronik karena merokok atau fakto lain. Obstruksi jalan napas dapat dilihat dari pemeriksaan rontgen dada dan spirometri.
- c) Silicotuberculosis dapat terjadi pada pekerja yang terpapar silika yang dapat meningkatkan resiko terkena tuberkulosis karena silikosis dapat

menyebabkan daya tahan tubuh menurun, sehingga dapat terinfeksi tuberkulosis (American Thoracic Society, 1996).

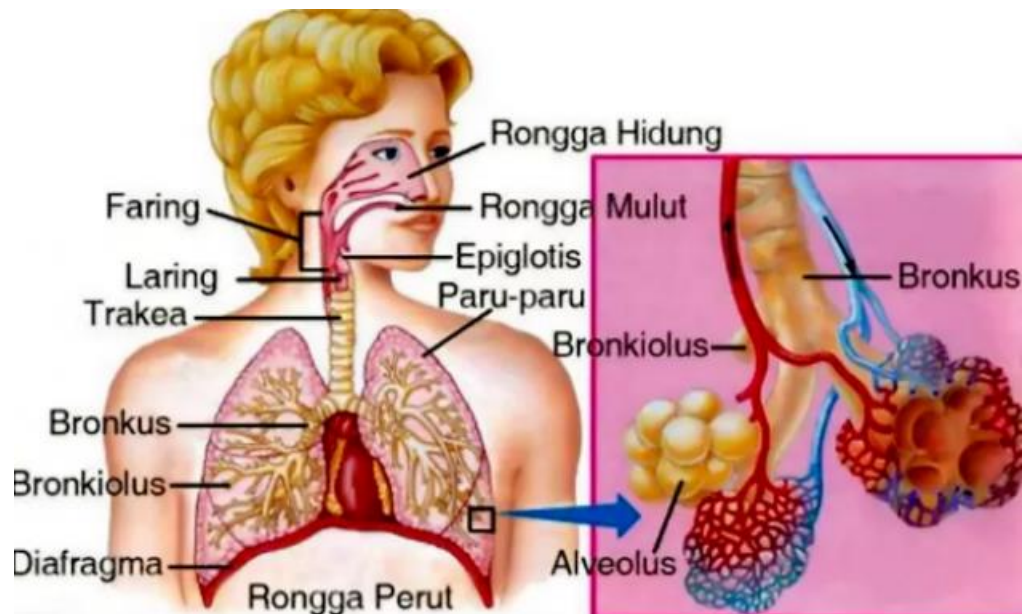
2.4. Jalur Masuknya Debu Sampai ke Dalam Paru

Bahan baku keramik mengandung silika kristalin (kristobalit). Pada keadaan proses dipabrik dimana krista silika terkena suhu diatas 1600F (870 C) akan membentuk kristobalit dan tridimit. Asap yang ditimbulkan dari pemanasan adalah asap tajam dan dapat mengiritasi saluran pernapasan. Dimana hasil produk pembakarannya adalah karbon, karbon monoksida dan karbon dioksida (MA.Alim, 2014).

Debu yang masuk ke dalam saluran respirasi menyebabkan reaksi mekanisme pertahanan non spesifik berupa batuk, bersin, gangguan transport mukosilier dan gangguan fagositosis makrofag. Sistem mukosilier juga mengalami gangguan dan menyebabkan produksi lendir bertambah dan otot polos di sekitar jalan napas terangsang sehingga menimbulkan penyempitan. Bila lendir makin banyak disertai mekanismenya tidak sempurna akan terjadi resistensi jalan napas berupa obstruksi saluran pernapasan, yang secara umum bisa dikatakan terjadi penurunan kapasitas vital paru.

Keadaan ini biasanya terjadi pada kadar debu melebihi nilai ambang batas (Suma'mur P.K 1996) yaitu 10 mg/m^3 berdasarkan Surat Edaran Menteri No.1 Tahun 1997. Semakin lama seseorang dalam bekerja , maka semakin dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut (Suma'mur P.K 1999). Debu dapat menyebabkan kerusakan paru dan fibrosis bila terinhalasi selama bekerja terus menerus, terutama bagi pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung pernapasan yang tepat.

Bila alveoli mengeras, akibatnya mengurangi elastisitas dalam menampung volume udara hingga kemampuan mengikat oksigen menurun, sehingga dapat menurunkan kapasitas paru (Depkes RI, 2003).



Gambar.2.1. Jalur Masuknya Debu Sampai ke Dalam Paru

(<https://www.biologi.co.id/sistem-pernapasan>).

2.5. Proses pembuatan keramik

Bahan dasar keramik terdiri dari fasa kompleks yang merupakan senyawa netral dan non netral yang terikat secara ionic maupun kovalen. Keramik pada umumnya mempunyai struktur kristalin dan sedikit elektron bebasnya. Susunan senyawa kimianya sangat bervariasi, terdiri dari senyawa yang sederhana hingga campuran dari beberapa fasa kompleks.

Pada dasarnya bahan baku keramik terdiri dari :

a. Bahan tanah liat (clay)

Bahan ini berupa tanah liat (clay) dengan kandungan mineral yang bersifat liat dan mineral tambahan yang berasal dari endapan kotoran. Tanah liat (clay) memiliki kandungan kimia yang sangat menonjol adalah silika (SiO_2) rata-rata diatas 50%, kandungan alumina (Al_2O_3) sekitar 16%-19%, kandungan oksida besi (Fe_2O_3) cukup tinggi 4%-7%, kandungan TiO_2 sekitar 1% . Bahan Pelebur
Bahan ini berupa feldspar dengan kandungan alumino silikat alkalin (Delvita P, 2013).

b. Bahan penghilang Lemak

Bahan ini adalah bahan baku yang mudah di haluskan dan koefisien penyusutannya sangat rendah. Biasanya bahan ini berfungsi sebagai penutup kekurangan yang ada karena plastisitas yang ekseisif dari tanah liat, terdiri silika (SiO_2) atau kuarsa yang berbeda bentuknya.

c. Bahan tahan panas

Bahan ini terdapat bahan yang mengandung Mg dan Silikat aluminium.

d. Bahan pencampur

Bahan penguat selalu digunakan kaolin, bahan ini merupakan bahan baku utama dalam pembuatan keramik, berfungsi untuk mengontrol tentang pembahasan dan distorsi selama pembakaran. Dari bahan baku tersebut diatas, maka akan diolah menjadi keramik melalui beberapa proses.

Tahapan pengolahan bahan mentah meliputi :

1. Pemilihan bahan dan penimbangan bahan mentah keramik
2. Dimasukan dalam penggiling
3. Tambahkan air sehingga membentuk suspensi dengan 30-40% kadar padatan.
4. Diaduk hingga rata sehingga bahan tepung menjadi suspense
5. Disaring secara basah dengna ayakan 100 mesh untuk menyaring kotoran dan bahan organic
6. Disaring dengan saringan magnet yaitu magnetik ferro filter
7. Massa suspensi kemudian diendapkan
8. Pengeringan bahan keramik terolah selama 24 jam
9. Bahan keramik terolah dipadatkan dengan filter press
10. Pencetakan benda uji sesuai kebutuhan pengujian (kuat, tembus, kuat tekan, dan kuat lentur (bengkok)
11. Benda uji dikeringkan
12. Proses akhir benda uji untuk pengujian (kuat tembus) dibakar (Wahyu G, 2016).

Proses pembentukan keramik dapat dilakukan dengan cara :

1. Pra Kompresi

Tahapan pra kompresi merupakan tahapan penyiapan bahan sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Tahapan penyiapan bahan ini meliputi :

- a. Tahap penggilingan, menggunakan mesin giling (ball milling) tujuannya adalah untuk menghaluskan bahan, penggilingan dilakukan selama 6 jam.
- b. Tahap pengukuran komposisi bahan, menggunakan neraca, neraca ini mampu menimbang bahan sampai batas minimum 0,0001 gram dan maksimum 210 gram.

2. Kompresi

Pada proses ini bahan keramik dihaluskan hingga membentuk bubuk, lalu dicampur dengan pengikat (binder) organic, kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan ditekan hingga mencapai bentuk padat yang cukup kuat.

3. Proses sintering

Sintering adalah proses pemadatan dari sekumpulan serbuk pada temperatur tinggi, mendekati titik leburnya, sehingga terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butir (grain growth), peningkatan densitas dan penyusutan volume. Dalam tahapan ini tujuannya adalah memadatkan bahan, yang sudah dicetak, dengan suhu tinggi. Pada tahap ini akan terjadi berkurangnya pori-pori dan cacat bahan, pengontrolan ukuran butir dan fase batas butiran. Sampel yang sudah dicetak disusun rapi di dalam furnace lalu dibakar pada suhu 850°C intensif selama 2 jam dan dilakukan holding time (penahanan) selama 2 jam.

4. Pendinginan sampel

Hal ini dilakukan untuk menghindari kemungkinan retak-retak pada sampel.

5. Pengujian keramik

Selanjutnya sampel keramik diuji dan dikarakterisasi yang meliputi pengukuran sifat fisik (densitas dan porositas), uji sifat mekanik (pengukuran kekerasan) dan pengamatan struktur morfologi (Wahyu G, 2016).

Pajanan silika yang paling berbahaya adalah dalam bentuk debu terhirup yang dapat dihasilkan dari proses penghalusan, *sandblasting*, penempaan, pemotongan, pencampuran. (NIOSH, 2002).

2.6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Saluran Pernafasan dan Gangguan Fungsi Paru

a. Jenis Kelamin

Fungsi ventilasi pada laki-laki lebih tinggi 20-25% dari pada wanita, karena ukuran anatomi paru laki-laki lebih besar dibandingkan wanita. Selain itu, aktivitas laki-laki lebih tinggi sehingga recoil dan compliance paru sudah terlatih (Tarigan, 2016). Ada banyak faktor lain yang menyebabkan jenis kelamin tertentu lebih sering mengalami penurunan fungsi paru, misalnya lokasi pekerjaan yang menyebabkan paparan yang berbeda, riwayat merokok, dll.

b. Usia

Faal paru pada tenaga kerja sangat dipengaruhi oleh usia tenaga kerja itu sendiri. Kekuatan otot maksimal pada usia 20-40 tahun dan dapat berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun. Selama proses penuan terjadi penurunan elastisitas alveoli, penebalan kelenjar bronkial, penurunan kapasitas paru. (Tarigan, 2016) Meningkatnya umur seseorang maka kerentanan terhadap penyakit akan bertambah, khususnya gangguan saluran pernafasan pada tenaga kerja. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Lestari (2000) yang menyatakan ada hubungan yang signifikan antara usia dengan kelainan faal paru tenaga kerja.

c. Kebiasaan Merokok

Asap rokok dapat merusak Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernafasan dan jaringan paru-paru. Pada saluran napas besar, sel mukosa membesar (hipertrofi) dan kelenjar mucus bertambah banyak. Pada saluran pernafasan kecil, terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Pada jaringan paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli.

Akibat perubahan anatomi saluran napas, pada perokok akan timbul perubahan klinisnya. Hal ini menjadi dasar utama terjadinya penyakit obstruktif paru menahun (Depkes RI, 2003).

d. Lama Pekerjaan

Lama pekerjaan berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis. Jenis pekerjaan dalam industri pengolahan keramik mempengaruhi risiko terjadinya pajanan debu, terutama pekerja yang mempunyai risiko tinggi adalah pekerja yang berhubungan dengan proses produksi. Lama kerja diperlukan untuk menilai lamanya pajanan debu, semakin lama seseorang terpajan debu semakin besar risiko terjadinya gangguan fungsi paru.

Pada pekerja yang berada di lingkungan dengan kadar debu tinggi dalam waktu lama memiliki risiko tinggi terkena penyakit paru obstruktif menahun. Masa kerja mempunyai kecenderungan sebagai faktor risiko terjadinya obstruksi pada pekerja yang terpapar debu lebih dari 5 tahun (Khumaidah, 2009).

Dari penelitian Sulfikar 2015 menunjukkan bahwa pekerja yang bekerja lebih dari 5 tahun yang mengalami gangguan fungsi paru sebanyak 18 (94,7%) dan 1 (5,3%) pekerja yang memiliki fungsi paru-paru normal, dan bekerja di bawah 5 tahun sebanyak 15 (71,4%) memiliki gangguan fungsi paru dan 6 (28,6%) yang memiliki fungsi paru normal. Ini menunjukkan bahwa ada hubungan antara masa kerja dengan kejadian penurunan fungsi paru.

Hasil penelitian Bangun 1998 menunjukan bahwa ada hubungan yang bermakna antara masa kerja dengan kejadian pneumokoniosis. Pekerja dengan masa kerja ≥ 10 tahun berhubungan dengan timbulnya pneumokoniosis dimana kemungkinan 12 kali dibandingkan dengan masa kerja < 10 tahun (Bangun, 1998).

e. Status Gizi

Status gizi tenaga kerja erat kaitannya dengan tingkat kesehatan tenaga kerja maupun produktifitas tenaga kerja. Seorang yang memiliki tubuh tinggi dan besar, fungsi ventilasi parunya lebih tinggi daripada orang yang bertubuh kecil pendek (Guyton, 2007).

Berkaitan dengan infeksi saluran nafas apabila terjadi secara berulang-ulang dan disertai batuk berdahak, akan dapat menyebabkan terjadinya bronchitis kronis. Salah satu akibat kurang gizi dapat menurunkan imunitas dan anti bodi sehingga seseorang mudah terserang infeksi seperti batuk, pilek, diare dan berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu keramik yang masuk ke dalam tubuh (Muray and Lopez,2006).

Cara menghitung IMT adalah = berat badan (kg) / tinggi badan² (m). Pengelompokan dari hasil perhitungan IMT dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Pengelompokan IMT (WHO, 2010)

Kategori IMT	Klasifikasi
< 17,0	Kurus (kekurangan berat badan tingkat berat)
17,0 – 18,4	Kurus (kekurangan berat badan tingkat ringan)
18,5 – 25,0	Normal
25,1 – 27,0	Kegemukan (kelebihan berat badan tingkat ringan)
> 27,0	Gemuk (kelebihan berat badan tingkat berat)

f. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri (APD) adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang yang fungsinya mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi berbahaya di tempat kerja.

Alat pelindung diri yang baik adalah APD yang memenuhi standart keamanan dan kenyamanan bagi pekerja (Safety and Acceptation), apabila pekerja memakai APD tidak nyaman dan tidak bermanfaat maka pekerja enggan memakai, hanya berpura – pura sebagai syarat agar masih diperbolehkan untuk bekerja atau menghindari sanksi perusahaan (Khumaidah, 2009).

Khumaidah (2009) melakukan penelitian tentang analisis faktor - faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru. Hasilnya bahwa pekerja yang tidak menggunakan APD masker mempunyai resiko terjadi

gangguan fungsi paru sebesar 6x lebih tinggi dari pekerja yang menggunakan APD masker.

Jenis alat pelindung berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia antara lain: alat pelindung kepala, alat pelindung mata dan muka, alat pelindung pernapasan, alat pelindung tangan, alat pelindung kaki dan alat pelindung jatuh perorangan (Khumaidah, 2009). Pengamanan pekerja dan peningkatan proteksi dapat menurunkan konsentrasi dan paparan debu (Chen dkk, 2012).

2.7. Penyakit Paru Kerja

Penyakit akibat kerja adalah penyakit yang disebabkan karena paparan faktor resiko yang berasal dari aktivitas kerja (WHO, 2015). Sedangkan penyakit paru kerja adalah penyakit atau kerusakan pada paru yang disebabkan oleh debu, asap, gas berbahaya yang terhisap oleh para pekerja ditempat kerja (Yunus, 2011).

Penyakit paru kerja adalah penyakit atau kerusakan paru disebabkan oleh debu, uap atau gas berbahaya yang terhirup pekerja di tempat kerja. Berbagai penyakit paru dapat terjadi akibat pajanan zat serat, debu dan gas yang timbul pada proses industrialisasi.

Jenis penyakit paru yang timbul tergantung pada jenis zat pajanan, tetapi manifestasi klinis penyakit paru kerja mirip dengan penyakit paru lainnya yang tidak berhubungan dengan kerja.

Penyakit paru kerja terutama merupakan penyebab utama ketidakmampuan, kecacatan, kehilangan hari kerja dan kematian pada pekerja (Yunus, 1997).

Tabel 2.5. Klasifikasi Penyakit Paru Kerja (Keputusan Presiden RI tentang Penyakit yang Timbul Karena Pekerjaan, 2008).

Kategori penyakit	Bahan penyebab
Iritasi saluran pernafasan atas	Gas iritan, pelarut organik
Gangguan saluran pernafasan Asma akibat kerja Sensitisasi Berat molekul kecil Berat molekul besar Induksi iritan,RADS	Diisosianat, anhidrida, debu kayu, biji-bijian, epoksi resin, isosianat, toluen disosianat, kapas, western red cedar Alergen asal binatang Gas iritan
Bisniosis	Debu kapas
Bronkitis kronis (PPOK)	Debu mineral, batubara
Kelainan inhalasi akut Pneumonitis toksis Demam asap metal Demam asap polimer Edema paru	Gas iritan, metal Oksida metal, seng, tembaga Plastik Asap, Nitrogen, SO ₂ , Klorin dan fosgen
Pneumonitis Hipersensitif	Bakteri, jamur, protein binatang
Penyakit infeksi	Virus, bakteri, jamur seperti Tuberculosis
Keganasan Kanker sinonasal Kanker paru Mesotelioma	Debu kayu Asbes, Radon Asbestos
Pneumokoniosis	Asbes, silika, batubara, berilium, kobalt

Untuk menentukan apakah penyakit paru disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan, harus ditentukan penyakitnya, ditentukan sifatnya, kemudian ditentukan tingkat pajanan di tempat kerja atau lingkungan yang mungkin menjadi penyebab.

Beberapa kriteria yang digunakan untuk menentukan bahwa suatu penyakit memang disebabkan oleh agen di tempat kerja atau lingkungan, antara lain gejala klinis dan perkembangannya sesuai dengan diagnosis, hubungan sebab akibat antara pajanan dan kondisi diagnosis telah ditentukan sebelumnya atau diduga kuat berdasarkan kepustakaan medis, epidemiologi atau toksikologi,

terdapat pajanan yang diduga sebagai penyebab penyakit serta tidak ditemukan diagnosis lain. (Ikhsan, 2010).

2.8. Pneumokoniosis

Pneumokoniosis adalah salah satu penyakit yang sering ditemukan pada pekerja tambang dan industri tertentu, tergantung dari zat yang terhirup. Pneumokoniosis merupakan salah satu penyakit akibat kerja dan hampir diseluruh negara sehingga merupakan masalah kesehatan yang mengancam para pekerja. Data WHO menunjukkan dari 1,1 juta kematian oleh penyakit akibat kerja diseluruh dunia, 5% disebabkan oleh pneumokoniosis (Yunus, 1994).

Istilah pneumokoniosis berasal dari bahasa Yunani yaitu “Pneumo” berarti paru dan “Kronis” berarti debu. Terminologi pneumokoniosis pertama kali digunakan untuk menggambarkan penyakit paru yang berhubungan dengan inhalasi debu mineral. Pneumokoniosis merupakan suatu kelainan yang terjadi akibat penumpukan debu dalam paru yang menyebabkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut. Reaksi utama akibat pajanan debu diparu adalah fibrosis (Susanto, 2011).

Berdasarkan Surat Keputusan Presiden Nomor 22 tahun 1993, Pneumokoniosis yaitu disebabkan debu mineral pembentuk jaringan parut (silikosis, antrakosilikosis, asbestosis, dan silikotuberculosis) yang silikosisnya merupakan faktor utama penyebab cacat dan kematian (Nuryunita, 2017).

Pneumokoniosis dapat berupa silikosis, asbestosis, pneumokoniosis batubara dan bentuk lainnya (Yunus, 1994). International Labour Organization mendefinikan Pneumokoniosis sebagai suatu kelainan yang terjadi akibat penumpukan debu dalam paru yang menyebabkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut (Agus, 2017).

Pneumokoniosis digunakan untuk menyatakan berbagai keadaan berikut:

1. Kelainan yang terjadi akibat pajanan debu anorganik seperti silika (silikosis), asbes (asbestosis) dan timah (stanosis).
2. Kelainan yang terjadi akibat pekerjaan seperti pneumokoniosis.
3. Kelainan yang disebabkan debu organik seperti kapas (bisinosis).

Data prevalensi pneumokoniosis nasional di Indonesia belum ada. Data yang ada ialah penelitian – penelitian berskala kecil pada berbagai industri yang berisiko terjadinya pneumokoniosis. Dari beberapa penelitian tersebut ditemukan prevalensi pneumokoniosis bervariasi 0,5-37% (Susanto, 2011). Penelitian OSH Center tahun 2000 pada pekerja keramik menemukan silikosis sebesar 1,5%.

2.8.1. Gejala respiratori dan diagnosis pneumokoniosis

Diagnosis ditegakkan dengan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang yang sering dilakukan sebagai langkah awal diagnostik adalah pemeriksaan foto dada. Riwayat pekerjaan sangat penting untuk diketahui dan dinilai guna menentukan apakah suatu penyakit berhubungan dengan pekerjaan (Dewi, 2015).

Hal – hal yang perlu ditanyakan antara lain:

A. Riwayat lengkap pekerjaan dan lingkungan

- 1) Pencatatan pekerjaan dan kegemaran yang terus menerus secara kronologis
- 2) Penderita mungkin sering pula berganti-ganti tempat bekerja disamping itu juga perlu kita catat lamanya bekerja, hal ini berhubungan dengan lamanya paparan debu
- 3) Bahan partikel yang menimbulkan penyakit, terutama pekerja yang menderita kanker Paru.
- 4) Identifikasi bahan berbahaya di tempat kerja.
- 5) Hubungan antara pajanan dan gejala yang timbul.

B. Keluhan penyakit:

Keluhan yang biasa dikeluhkan pasien adalah batuk, sesak napas, nyeri dada, berat di dada dan pola pernapasan yang tidak normal. Pada penelitian Halinda (1999) didapatkan prevalensi batuk kronik 4,5%, bronkitis kronik 4,5%, dahak kronik 4,5%, kelainan radiologi paru 10,6% dan restriksi 47% di pabrik Cikarang.

Gejala klinis pada umumnya sama, yaitu batuk, sesak yang makin lama bertambah berat. Penyakit paru akibat debu industri mempunyai gejala dan

tanda mirip dengan penyakit paru lain yang tidak disebabkan oleh debu di tempat kerja. Pneumokoniosis biasanya timbul setelah penghirupan debu selama bertahun – tahun (Halinda, 1999).

Pemeriksaan penunjang yang dilakukan dalam diagnosis pneumokoniosis yaitu:

1. Rutin
 - a. Laboratorium : darah, urin dan pemeriksaan mikroskopis dari jaringan, sel dan cairan dari paru dan pemeriksaan biokimia dan sel cairan paru
 - b. Foto dada : PA dan Lateral
 - c. Test fungsi paru dengan spirometri untuk menilai seberapa efektif kekuatan paru untuk menarik dan mengeluarkan udara dan menilai fungsi pertukaran gas pernapasan.
2. Khusus
 - a. Uji Alergi Pada Kulit
 - b. Uji Provokasi Bronkus
 - c. Sputum BTA, Sitologi
 - d. Bronkoskopi
 - e. Patologi Anatomi : biopsi
 - f. Radiologi: Tomogram, Bronkografi, CT Scan (Nuryunita, 2017).

Diagnosis pneumokoniosis terutama dilakukan dengan pemeriksaan foto dada dengan menggunakan kriteria ILO dan pemeriksaan fungsi paru, serta adanya paparan debu dalam waktu dan dosis tertentu.

A. Foto Dada

Foto dada merupakan pemeriksaan yang umum dilakukan dalam mendiagnosis penyakit. Menurut Indonesian Journal of Chest, Critical and Emergency Medicine, 2016, foto dada dapat membuat gambaran dari hati, paru-paru, saluran pernafasan, pembuluh darah, dan tulang-tulang pada tulang belakang dan dada. Rontgen merupakan tes kesehatan non-invasif yang dapat membantu para dokter dalam menegakkan diagnosis dan memberikan terapi.

Pencitraan dengan sinar-x melibatkan tereksposnya bagian tubuh, dengan dosis kecil radiasi pengion untuk menghasilkan gambar bagian dalam tubuh. Rontgen adalah bentuk tertua dan paling sering digunakan pencitraan medis.

Secara radiologi, Pneumokoniosis dapat menghasilkan beranekaragam bentuk bayangan densitas tinggi. Bentuk – bentuk bayangan ini dapat berupa garis - garis tipis bercak – bercak noduler dengan ukuran beberapa milimeter (1-2mm) sampai beberapa sentimeter atau perselubungan pada paru menyerupai radang paru, kadang – kadang dapat disertai pembesaran kelenjar hilus (Kusumawidjaja, 1998). Perselubungan pada Pneumokoniosis berdasarkan kriteria ILO terbagi dua golongan yaitu perselubungan halus dan kasar (Cowie dkk, 2005).

Bentuk klasik dari foto dada retikulonodular dikategorikan menurut ILO (International Labour Organization) klasifikasi radiologi pneumokoniosis diperbaharui pada tahun 2011 pada penerapan gambar digital. Gambaran opak yang ireguler dalam foto polos merupakan gambaran pneumokoniosis dari berbagai debu (Jennifer dkk, 2017).

Pemeriksaan radiologi dada bermanfaat untuk perawatan , menilai diagnosis dan evaluasi dari respon pengobatan. Ada beberapa prinsip yang harus diketahui tentang kualitas pelaksanaan dan hasil pemeriksaan radiologi sebagai berikut :

1. Pada setiap pemotretan harus diupayakan agar objek yang difoto berada sedekat mungkin dengan film dan harus diingat, bila magnifikasi menurun maka gambar yang terjadi akan mengecil.
2. Pengaturan pusat berkas sinar sebaiknya tegak lurus terhadap film.
3. Luas lapang penyinaran harus dibuat sekecil mungkin.
4. Pilih tehnik yang menguntungkan untuk kepentingan diagnostik, kenyamanan pasien, dan harus ada proteksi radiasi terhadap pasien.
5. Hindari pengulangan penyinaran.

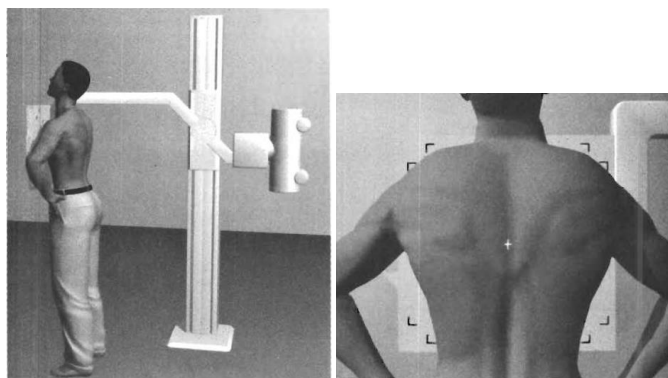
Foto dada dilakukan pada posisi PA (Posterior Anterior) yaitu sinar dari belakang ke depan, dan pasien disuruh berdiri tegak. Kaset dengan kombinasi layar-film (screen-film combination), kecepatan nominal 200 dalam tempat kaset. Pada foto digunakan penanda Left (Kiri) atau Right (Kanan) (Staffan, 2010).

Dengan Ukuran kaset sebagai berikut :

1. 35x43 cm (14x17 inci)
2. 35x35 cm (14x14 inci)
3. 24x30 cm (10x 12 inci) untuk anak-anak (Staffan, 2010).

Tabel 2.8. Nilai nilai pajanan pada foto dada (The WHO Manual of Diagnostic Imaging: Radiographic Technique and Projections, 2010)

Nilai-nilai Pajanan	KV	rata-rata mAs	kisaran mAs
Dewasa	120	2-2,5	1-12
Anak	90	1,6-2	1-4



Gambar 2.2. Cara Foto dada PA (The WHO Manual of Diagnostic Imaging: Radiographic Technique and Projections, 2010)

Cara melakukan foto dada adalah sebagai berikut:

- a) Pasien masuk ke dalam kamar pemeriksaan, tentukan format kaset, dan letakkan kaset dalam tempat kaset. Sejajarkan arah sinar terhadap susunan kaset tersebut.
- b) Atur posisi pasien, pastikan bahu pasien ditekankan ke depan dengan benar. Sejajarkan lagi arah sinar, jika mungkin.
- c) Beritahu pasien untuk menarik napas dalam, lalu menahan napas.
- d) Pajankan sinar X (expose).
- e) Beritahu pasien untuk bernapas biasa (Staffan, 2010).

Pembacaan hasil pemeriksaan radiologi dada harus memperhatikan hal-hal di bawah ini :

a. Sentrasi foto

Pemeriksaan harus dalam posisi inspirasi penuh

b. Paparan penuh yang paling baik

Hal ini menentukan densitas baik tidaknya foto

c. Tulang iga, klavikula, skapula

Perhatikan apakah normal atau tidak

d. Posisi diafragma

Normal tidaknya, perlu melihat sinus kostofrenikus

e. Mediastinum superior

Cari posisi trakea terlebih dahulu

f. Kelainan jantung

Lihat diameter, dan lebar jantung $< \frac{1}{2}$ lebar dada

g. Corakan paru vaskuler

Lakukan pengukuran dan pola normal atau tidak

h. Hilus normal

Tinggi bagian kiri terhadap bagian kanan, kelihatan arteri atau tidaknya arteri

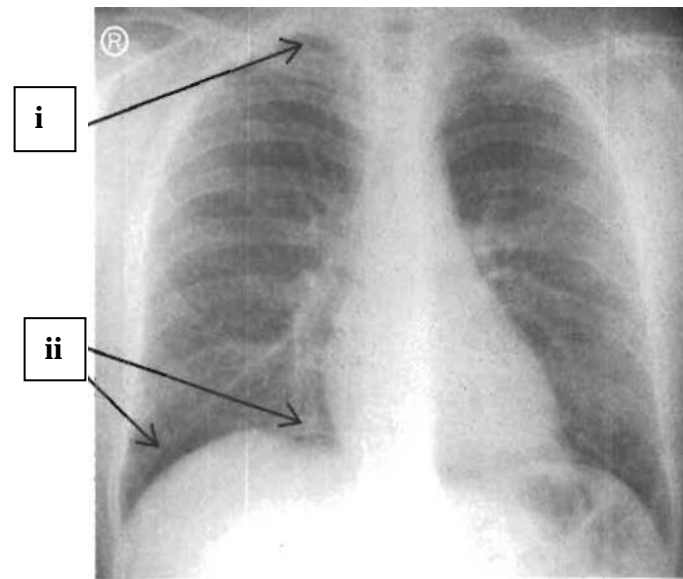
Foto dada yang baik adalah sebagai berikut :

i. Apeks paru harus terlihat.

ii. Pajanan sebaiknya dilakukan pada saat inspirasi penuh: iga ke-10 posterior dan iga ke-6 anterior harus tampak di atas diafragma

iii. Pastikan bahwa bagian bawah diafragma terlihat pada dua sisi, termasuk kedua sudut kostofrenikus.

iv. Struktur paru-paru dan tulang belakang harus dapat terlihat di belakang jantung (Staffan, 2010).



Gambar 2.3. (The WHO Manual of Diagnostic Imaging: Radiographic Technique and Projections, 2010).

Keterangan : (i) Apeks paru harus terlihat. (ii). Pajanan sebaiknya dilakukan pada saat inspirasi penuh: iga ke-10 posterior dan iga ke-6 anterior harus tampak di atas diafragma.

Kualitas foto dibagi dalam 4 tingkatan :

1. Baik .
2. Dapat diterima (acceptable), tanpa adanya kelainan teknis yang mungkin dapat mengganggu klasifikasi radiografi terhadap pneumokoniosis.
3. Dapat diterima (acceptable) dengan sedikit kelainan teknis tetapi masih adekuat.
4. Tidak dapat diterima (unacceptable) (Nuryunita, 2017).

Klasifikasi ILO

1. Membuat berbagai kode sederhana bagi klasifikasi kelainan radiologi pneumokoniosis
2. Tidak menggambarkan kelainan patologis yang ada
3. Tidak menggambarkan kehilangan kemampuan kerja yang terjadi
4. Tidak pula dihubungkan dengan aspek legal dan pembayaran kompensasi kerugian akibat kerja.

5. Kini digunakan secara luas diberbagai negara untuk berbagai riset epidemiologis, surveilan dan kepentingan klinik (Nuryunita, 2017).

Pembuatan Radiograf ILO

ILO sudah membuat foto standart dalam rangka mendeteksi adanya kelainan paru yang disebabkan oleh debu anorganis yang disebut dengan ILO 2000 Classification of Radiographs.

Tujuan pemeriksaan foto dada menurut radiograf ILO adalah membuat foto dada khusus untuk melihat adanya pneumokoniosis, dan kelainan paru lainnya yang umumnya disebabkan oleh penimbunan debu anorganis dan reaksi paru terhadapnya.

Ada 9 hal yang harus diperhatikan unuk pembuatan foto dada dalam rangka radiografi ILO, yaitu :

- a. Parenkim
Maks 1,8-2,0 unit optical density above fog
- b. Fog density of film
Max 0,02-0,03 unit optical density
- c. Gunakan kecepatan medium : speed screen & medium kontras film
- d. Graininnes (quantum muttle) : tidak boleh terlihat dengan mata telanjang
- e. X ray tube potential > 100 KV
- f. Focal spt – fil distance \rightarrow fixed 1,8-2 m, dengan memakai focussed grid
- g. Focal spot size 1X1 mm untuk diameter
- h. Add filter : Al 1,5
- i. Rekomendasi waktu : 0,02-0,05 detik.

Cara Membaca Radiograf ILO

Pembaca foto dada radiograf ILO minimal dilakukan oleh 2 orang yang dianggap ahli dan harus menggunakan lembar baca khusus (Form Reading Sheet ILO Radiograph 2000). Pembaca radiograf ILO sebelumnya harus seorang dokter yang sudah dilatih khusus untuk membaca foto dada radiograf ILO.

Adapun cara membacanya adalah dengan meletakkan foto rontgen pekerja pada layar kotak baca (film box), kemudian diletakan disebelahnya standart foto radiograf ILO yang dianggap sesuai: kedua film diamati dengan seksama dan dibandingkan apakah sudah sesuai atau tidak. Bila belum dapat disesuaikan, maka film standart ILO diganti dengan yang lain, sehingga benar-benar ada yang sesuai (ILO, 2000).

Berdasarkan Klasifikasi Radiologi ILO, cara membaca foto dada dibagi menjadi beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1) Identitas pembaca foto.

Menulis nomor kode pembaca, identitas, tanggal pembacaan, dan tanggal foto dada dibuat pada kotak yang tersedia.

2) Kualitas foto dada.

Pilih sesuai dengan gradasi kualitas foto dada yang ada : (1). Baik, (2). Acceptable, (3). Buruk, (4).Tidak dapat diterima.

3) Parenkim paru

Kelainan yang ada pada parenkim paru dapat berbentuk bayang kecil (small opacities) atau besar/luas (large opacities) :

A. Bayangan kecil (small opacities)

Kelainan berbentuk bayangan kecil digambarkan dengan kerapatan (profusion) kelainan di parenkim paru, daerah paru yang terkena (affected zones) dan bentuk kelainan (shape and size).

Kategori 1 : sub kategori 1/0, 1/1,1/2

Kategori 2 : sub kategori 2/1, 2/1, 2/3

Kategori 3 : sub kategori 3/2, 3/3, 3/+

Bentuk kelainan (shape and size) terdapat 2 pembagian :

a. Bentuk reguler

p : kelainan dengan diameter sampai 1,5 mm

q : kelainan dengan diameter 1,5-3 mm

r : kelainan dengan diameter 3-10mm

b. Bentuk ireguler

s : kelainan dengan lebar sampai 1,5 mm

t : kelainan dengan lebar 1,5-3 mm

u : kelainan dengan lebar 3-10 mm

B. Bayangan besar (Large Opacities)

Bayangan besar yang luasnya > 10 mm dikategorikan menjadi :

Kategori A : satu bayangan yang lebarnya sampai 50 mm, atau ada beberapa bayangan jika dijumlahkan luasnya sampai 50 mm.

Kategori B : bayangan yang luasnya >50 mm, tapi luasnya kurang dari luas bagian atas paru kanan atas atau beberapa bayangan yang bila di jumlahkan, luasnya =50mm tapi tidak lebih dari luas paru kanan atas.

Kategori C : satu bayangan yang luasnya sama atau lebih besar dari bagian paru kanan atas atau beberapa kelainan yang jumlah sama atau lebih luas dari paru kanan atas.

4) Kelainan pleura

Kelainan pleura dibagi menjadi :

a. Pleural palque

b. Obliterasi sudut kostofrenik

c. Keliana difus pleura (pleural thickening)

5) Simbol kelainan yang lain (sesuai panduan) (ILO, 2000).

2.8.2. Faktor-faktor yang Menyebabkan Pneumokoniosis

A. Umur dan Lama Paparan Debu

Penyakit paru akibat kerja merupakan penyakit yang ditimbulkan oleh paparan berulang terhadap berbagai substansi yang mengiritasi atau toksik yang dapat menimbulkan penyakit pernapasan akut maupun kronik.

Penyakit ini merupakan salah satu penyebab utama ketidakmampuan, kecacatan, kehilangan hari kerja, dan kematian pada pekerja. Akibat paparan debu

keramik pada sistem pernapasan dapat terjadi penurunan kapasitas paru-paru dan reaksi alergi di paru-paru. Penurunan kapasitas paru-paru disebabkan oleh iritasi mekanik atau kimia debu terhadap jaringan paru. Iritasi pada saluran napas mengakibatkan berkurangnya volume udara yang dapat masuk ke dalam paru-paru dan sesak nafas (breathlessness). Hal ini biasanya memerlukan waktu yang lama untuk melihat terjadinya pengurangan kapasitas paru. (Ladou, 1990). Peningkatan usia berbanding lurus dengan peningkatan kejadian Pneumokoniosis.

Menurut teori ekologi, terjadinya penyakit ini dipengaruhi oleh 3 faktor utama (Ladou, 1990) yaitu:

- a. Faktor penyebab penyakit (*agent*), contohnya debu keramik.
- b. Faktor penjamu (*host*), misalnya umur, jenis kelamin, status gizi, pendidikan, kebiasaan merokok, kebiasaan menggunakan alat pelindung diri dan lain-lain.
- c. Faktor lingkungan, dalam hal ini adalah tingkat pajanan debu , lama masa kerja, jenis pekerjaan dan lain-lain.

B. Pengaruh Status Gizi

Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan zat-zat gizi. Indeks massa tubuh (IMT) standar yang sekarang dipakai untuk menilai status gizi adalah berat badan (kg) dibagi tinggi badan (meter)², dimana jika ditinjau dari penggunaannya lebih mudah dan praktis. Gizi kurang IMT : < 18,5kg/m², normal IMT: 18.5–24,9kg/m², *overweight* IMT:25-29,9kg/m², dan obesitas IMT:> 30kg/m² (WHO, 1995).

Status gizi yang buruk akan menyebabkan daya tahan tubuh seseorang menurun, sehingga seseorang akan mudah terinfeksi oleh mikroba, mudah terserang infeksi seperti batuk, pilek, diare dan berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu keramik yang masuk ke dalam tubuh.

Berkaitan dengan infeksi saluran pernafasan apabila terjadi secara berulang-ulang dan disertai batuk berdahak akan dapat menyebabkan terjadinya bronkhitis kronis (Budiono, 2002).

Penyebab terjadinya penurunan status gizi disebabkan oleh penurunan asupan makanan dan peningkatan energi yang dikeluarkan yang berhubungan dengan tingkat keparahan penyakit paru kerja dan juga efek faktor humoral seperti inflamasi, sitokin, adiponektin dan hormon (Bukhori,2015).

C. Pengaruh Rokok

Kebiasaan merokok berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis. Damayanti dkk (2007) melakukan penelitian tentang hubungan penggunaan masker dengan gambaran klinis, faal paru dan foto dada pekerja terpajan debu semen dimana merokok mempunyai hubungan bermakna secara statistik dengan terjadinya kelainan foto dada pneumokoniosis. Perokok berat mempunyai resiko 11,667 kali mendapat kelainan foto dada pneumokoniosis (Damayanti dkk, 2007).

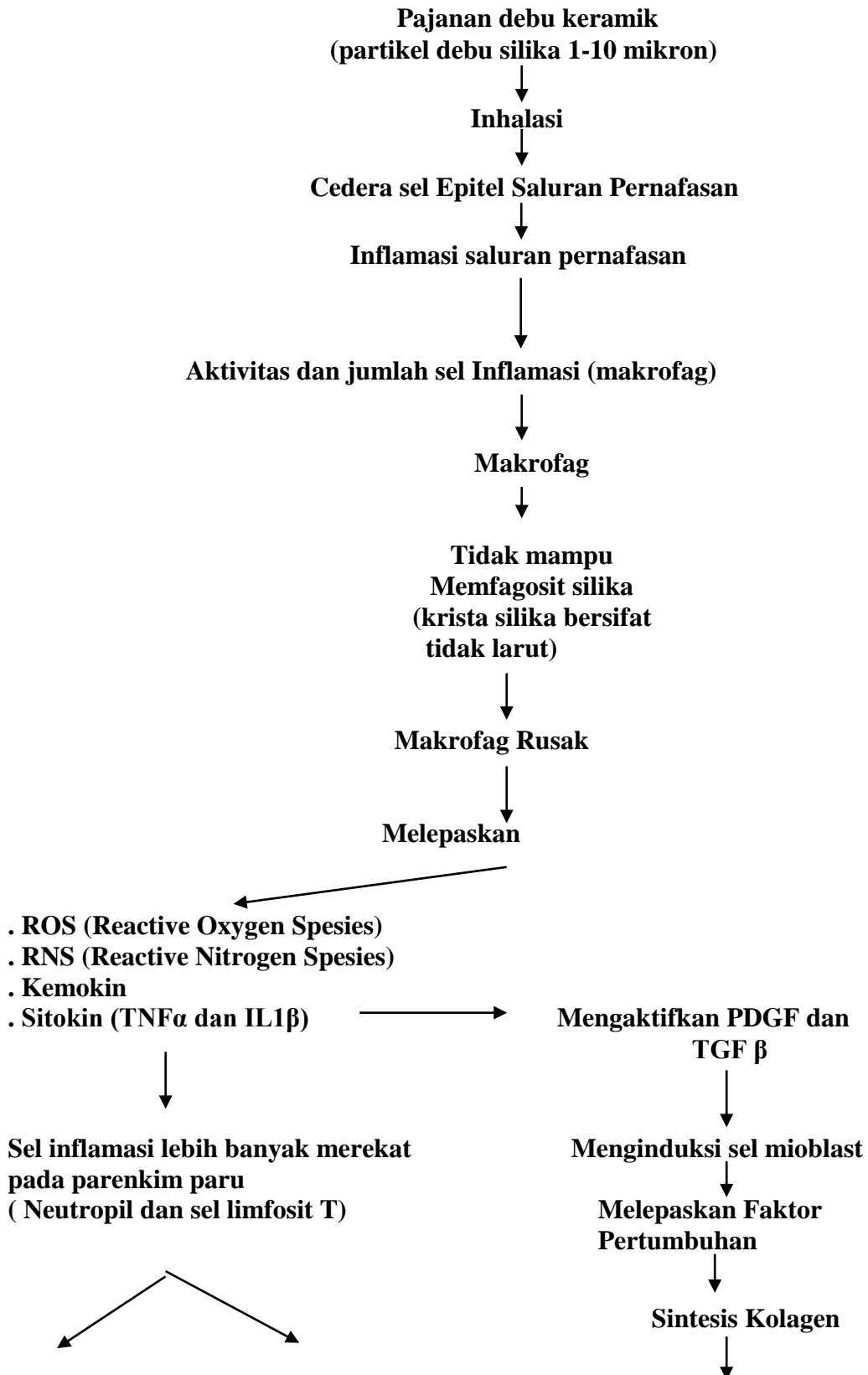
Rokok pada waktu dibakar akan menghasilkan reaksi fisika kimiawi. Reaksi ini akan menghasilkan berbagai zat yang sangat berbahaya, seperti karbon monoksida dan karbon dioksida (pada zone pembakaran), serta berbagai senyawa kimia lain, seperti nitrosamine, fitosterol, formaldehid, asetaldehid, benzene, hydrogen sianida serta logam (pada zone distilasi). Sebagian besar senyawa yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut terbukti bersifat karsinogenik. Pada sistem pernafasan mengakibatkan peningkatan morbiditas dan mortalitas yang sangat signifikan. Lebih dari setengah partikel yang terhisap dari asap rokok akan mengendap pada paru dan mengakibatkan perubahan pada struktur (Bukhori, 2015).

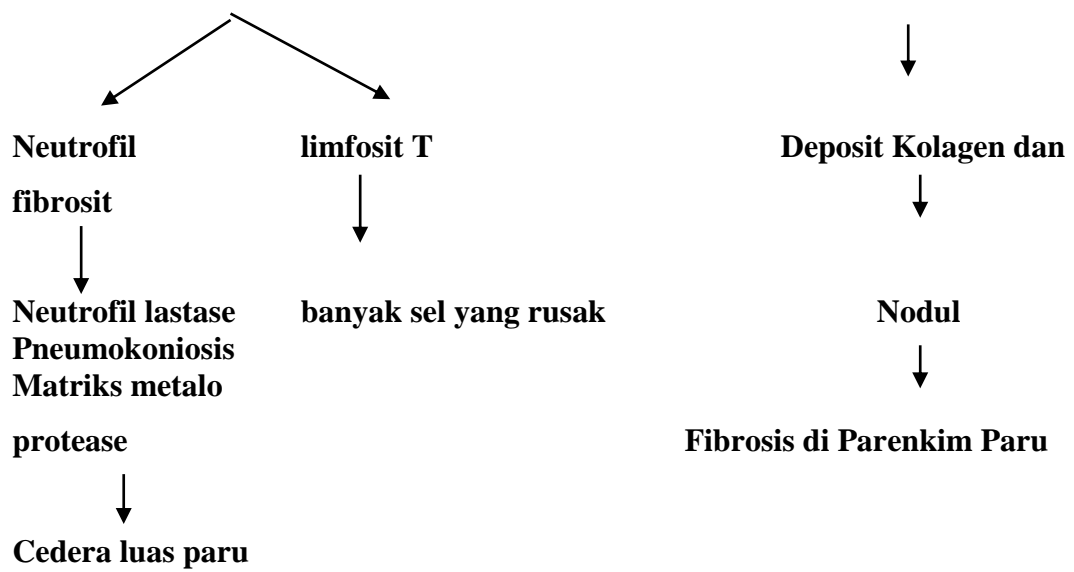
Asap rokok dapat merusak mekanisme pertahanan paru – paru, sehingga mempermudah timbulnya gangguan saluran pernapasan. Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran napas dan jaringan paru – paru. Pada saluran napas besar, sel mukosa membesar (hipertropi) dan kelenjar mukus bertambah banyak (hiperplasia). Pada saluran napas kecil, terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir.

Pada jaringan paru – paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli (Martin dkk, 2014). Asap rokok dapat memperlambat gerakan silia dan setelah jangka waktu tertentu akan menyebabkan gerak silia menjadi

lumpuh. Seseorang yang mempunyai kebiasaan merokok akan lebih mudah menderita radang paru. Akibat perubahan anatomi saluran napas pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru dengan segala macam gejala klinisnya. Hal ini merupakan penyebab utama terjadinya penyakit paru (Yulaekah, 2007).

2.9. Kerangka Teori Penelitian



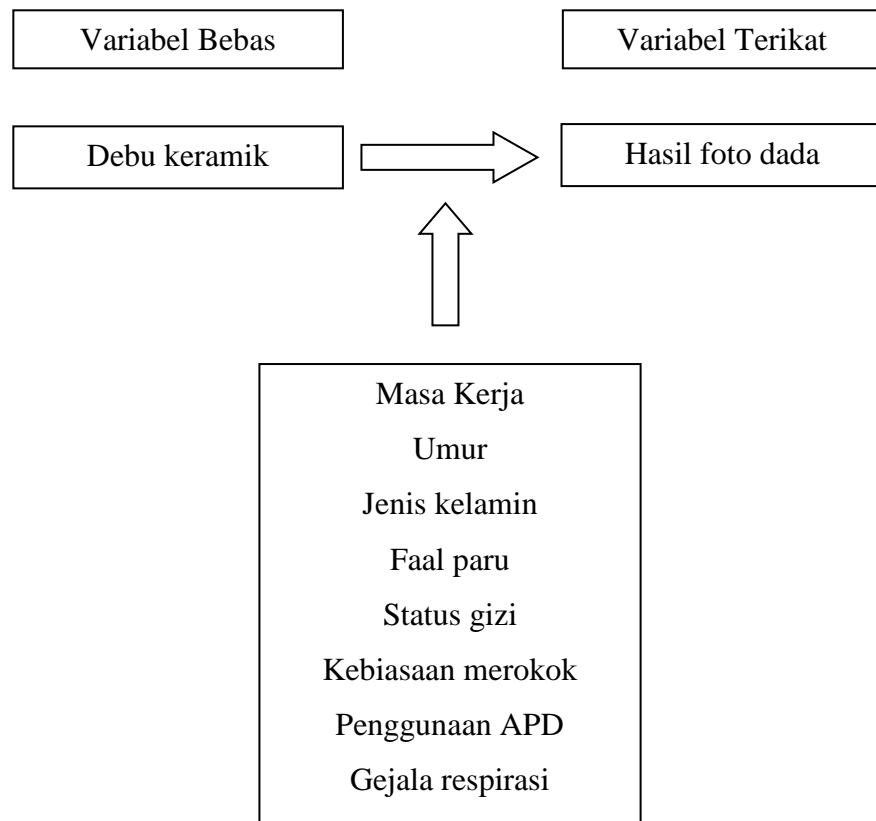


Gambar 2.4. Kerangka Teori Penelitian

2.10. Hipotesis Penelitian

Terdapat pengaruh kadar debu keramik dengan gejala respirasi, faal paru, dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik perusahaan X Mabar, Medan.

2.11. Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2.5. Gambar Kerangka Konsep Penelitian

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah penelitian analitik dengan menggunakan pendekatan cross sectional dengan menilai hubungan masa kerja terhadap gejala respiratori dan hasil foto dada pada pekerja industri keramik di perusahaan X, Mabar, Medan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sebuah industri keramik, Perusahaan X, Mabar, Medan. Penelitian direncanakan selama 4 bulan untuk pengumpulan data selama 4 bulan.

3.3. Populasi, Sampel dan Besar Sampel

3.3.1. Populasi

Populasi target penelitian adalah semua pekerja industri pengolahan keramik. Populasi terjangkau penelitian adalah semua pekerja industri keramik Perusahaan X, Mabar, Medan selama periode penelitian dilakukan.

3.3.2. Sampel

Sampel penelitian adalah total populasi yang memenuhi ciri sebagai berikut:

- a. Usia pekerja 17- 50 tahun.
- b. Telah bekerja di industri keramik di perusahaan X, Mabar, Medan selama minimal 1 tahun
- c. Bersedia mengikuti penelitian yang dinyatakan secara tertulis setelah mendapatkan penjelasan mengenai penelitian ini (*informed consent*).

3.3.3. Besar Sampel

Besar sampel diperoleh dengan perhitungan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{Z_{1-2\alpha}^2 \cdot P(1-P)}{d^2}$$

Dimana :

n = besar sampel minimal

$Z_{1-2\alpha}$ = derivat baku α yang ditentukan, jika $\alpha = 0,05$ maka $Z_{1-2\alpha} = 1,96$

P = proporsi gangguan faal paru pada pekerja dengan paparan debu = 0,1

D = presisi, ditetapkan 10% = 0,1

$$\text{Maka : } n = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,1 \cdot (0,90)}{(0,1)^2} = 34,57$$

Jumlah sampel minimal pasien yang diikutsertakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 34 orang. Di dalam penelitian ini akan dilakukan seluruh subjek penelitian sebanyak 35 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah Total sampling.

3.4. Identifikasi Variabel

Variabel penelitian yang diukur adalah debu keramik (dependent) dan hasil foto dada (independent).

3.5. Defenisi Operasional

Tabel 3.1. Defenisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara dan Alat ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Kadar Debu Keramik	adalah jumlah kadar debu keramik yang dijumpai di areal kerja	Pengukuran kadar debu di tiga (3) titik areal kerja dengan <i>Low Volume Dust Sampler (LVS)</i> . Areal yang diukur : Pra Kompresi, Kompresi, dan Proses Sintering	adalah jumlah debu dalam satuan : mg/m ³	ratio

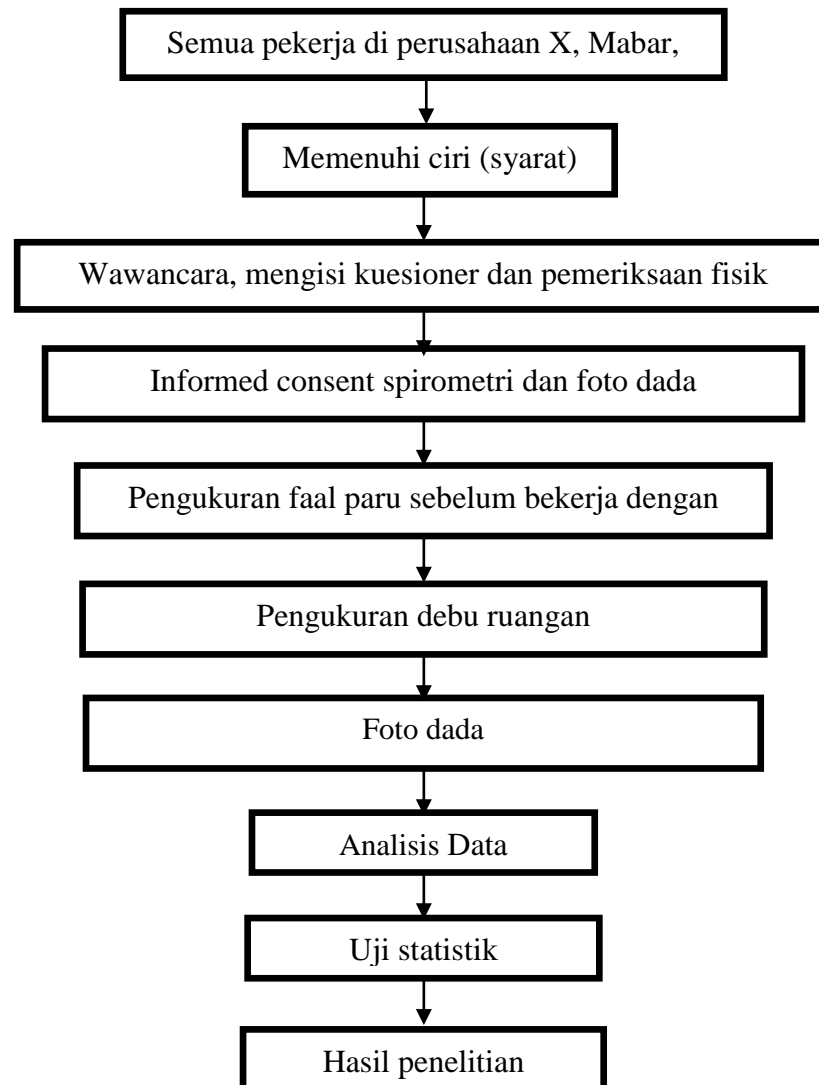
Lanjutan Tabel 3.1.

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara dan Alat ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
2.	Pneumokoni-osis	Penyakit yang timbul karena hubungan kerja yang disebabkan debu mineral pembentuk jaringan parut (silikosis, antrakosilikosis, asbestosis dan siliotuberculosis) yang silikosisnya merupakan faktor utama penyebab cacat dan kematian (Kepres No 22, 1993).	Foto dada, hasil foto sesuai standart ILO.	Adalah hasil gambar yang terekam yang dinilai dengan (+)/(-)	nominal
3.	Usia	Usia Pasien saat dilakukan	Anamnesa	≥ 40 tahun ≤ 40 tahun (Effendy, 2010)	Ordinal
4	Gejala respirasi	Keluhan pernafasan yang dialami pekerja selama bekerja	Anamnesa	keluhan berupa: sesak nafas, batuk, nyeri dada	Ordinal
5	Lama kerja	Waktu bekerja yang dihitung sejak pertama kali mulai bekerja sampai tahun dilaksanakan penelitian dalam satuan tahun	Anamnesa	lama bekerja <5 tahun dan >5 tahun (Khumaidah, 2009).	Ordinal

Lanjutan Tabel 3.1.

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara dan Alat ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
6.	Status gizi	keadaan status nutrisi pekerja yang ditentukan berdasarkan indeks massa tubuhnya.	Indeks massa tubuh (IMT) adalah hasil perhitungan berat badan dalam kg dibagi kuadrat dari tinggi badan dalam meter ✓ Rumus : Berat badan (Kg) / (tinggi badan (m) x tinggi badan (m))	Status gizi berdasarkan Body Mass Indeks(BMI): ✓ Jika BMI < 18,5 → Kurus ✓ Jika BMI 18.5 – 22.9 → Ideal ✓ Jika BMI 23.0 – 26.9 → Kelebihan berat badan ✓ Jika BMI 27.0 – 35 → Obesitas ✓ Jika BMI > 35 → Obesitas Morbid (menyebabkan kematian)	Ordinal
7.	Kebiasaan merokok	Aktivitas yang dilakukan pekerja dalam menghirup asap rokok dengan menggunakan pipa atau rokok.	Anamnesa	Ya atau tidak	Nominal

3.6. Kerangka Kerja Penelitian



Gambar 3.1. Kerangka kerja Penelitian

3.7. Prosedur Pengumpulan Data

1. Sebelum penelitian dimulai, peneliti meminta keterangan lulus kaji etik (*ethical clearance*) dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.
2. Setiap penderita yang diikutsertakan dalam penelitian memahami dan menandatangani lembar persetujuan setelah penjelasan (*informed consent*).

3. Permohonan peminjaman alat *LVAS* kepada UPT. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Sumatera Utara
4. Semua pekerja di Perusahaan X, Mabar, Medan yang memenuhi ciri dimasukkan sebagai subjek penelitian.
5. Pemilihan sampel dilakukan Total sampling awalnya, populasi terjangkau dibagi pada kelompok (pra kompresi, kompresi, dan sintering), selanjutnya pemilihan sampel dilakukan secara random dan jumlah yang berbeda di masing-masing bagian.
6. Sampel tersebut diberikan penjelasan lengkap mengenai prosedur dan tujuan penelitian ini dan diminta kesediaannya untuk bekerja sama dengan menandatangani *informed consent*
7. Sampel kemudian menjalani wawancara dan mengisi kuesioner yang telah disiapkan tentang karakteristik responden dan data objektif yang berkaitan dengan penelitian serta pemeriksaan fisik.
8. Pengukuran kadar debu terhirup di Perusahaan X, Mabar, Medan dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler (LVAS)*. Pengambilan sampel debu dilakukan di tiga titik sekitar lingkungan pekerja di masing-masing bagian. Pengukuran debu dilakukan selama jam kerja (1 jam terus menerus) dan diletakan setinggi hidung rata-rata pekerja dan kadar debu total diukur secara gravimetri.

Peralatan :

- a. *Low Volume Air Sampler (LVAS)* dilengkapi dengan pompa penghisap udara dengan kapasitas 5 l/ menit – 15 l/ menit dan selang silikon atau selang teflon.
- b. Timbangan analitik dengan sensitivitas 0.01 mg.
- c. Pinset.
- d. Desikator, suhu $(20\pm 1)^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan udara $(50\pm 5)\%$
- e. Flowmeter.
- f. Tripod.
- g. Termometer.

h. Higrometer.

Bahan : Filter hidrofobik (misal: PVC, fiberglass) dengan ukuran pori 0.5 μm .

Persiapan :

- a. Filter yang diperlukan disimpan di dalam desikator selama 24 jam agar mendapatkan kondisi stabil.
- b. Filter kosong pada bagian a ditimbang sampai diperoleh berat konstan, minimal tiga kali penimbangan, sehingga diketahui berat filter sebelum pengambilan contoh, catat berat filter blanko dan filter contoh masing-masing dengan berat B_1 (mg) dan W_1 (mg). Masing-masing filter tersebut ditaruh di dalam *holder* setelah diberi nomor (kode).
- c. Filter contoh dimasukkan ke dalam *Low Volume Air Sampler (LVAS) holder* dengan menggunakan pinset dan tutup bagian atas *holder*.
- d. Pompa penghisap udara dikalibrasi dengan kecepatan laju aliran udara 10 l/menit dengan menggunakan *flowmeter* (*flowmeter* dikalibrasi oleh laboratorium kalibrasi yang terakreditasi).

Prosedur kerja :

- a. *Low Volume Air Sampler (LVAS)* dihubungkan dengan pompa penghisap udara dengan menggunakan selang silikon atau teflon.
- b. *Low Volume Air Sampler (LVAS)* diletakkan pada titik pengukuran (di dekat tenaga kerja terpapar debu) dengan menggunakan tripod kira-kira setinggi zona pernafasan tenaga kerja.
- c. Pompa penghisap udara dihidupkan dan lakukan pengambilan contoh dengan kecepatan laju aliran udara (*flowrate*) 10 l/menit.
- d. Lama pengambilan contoh dapat dilakukan selama beberapa menit hingga satu jam (tergantung pada kebutuhan, tujuan, dan kondisi di lokasi pengukuran).
- e. Pengambilan contoh dilakukan minimal 3 kali dalam 8 jam kerja yaitu pada awal, pertengahan, dan akhir *shift* kerja.
- f. Setelah selesai pengambilan contoh, debu pada bagian luar *holder* dibersihkan untuk menghindari kontaminasi.

- g. Filter dipindahkan dengan menggunakan pinset ke kaset filter dan dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam.

Penimbangan :

- a. Filter blanko sebagai pembanding dan filter contoh ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik yang sama sehingga diperoleh berat filter blanko dan filter contoh masing-masing B2 (mg) dan W1(mg).
- b. Catat hasil penimbangan berat filter blanko dan filter contoh sebelum pengukuran dan sesudah pengukuran.



Gambar 3.2 Alat Low Volume Air Sampler (LVAS) dihubungkan dengan pompa penghisap udara

9. Pengambilan foto dada dan pengukuran ILO dilakukan oleh peneliti bekerjasama dengan Dokter spesialis Radiologis TPA Trisakti , dan dokter spesialis paru dari UI yang memiliki sertifikasi pembacaan foto ILO sesuai dengan standart ILO.

Cara melakukan foto dada adalah sebagai berikut:

- a) Pasien masuk ke dalam kamar pemeriksaan, tentukan format kaset, dan letakkan kaset dalam tempat kaset. Sejajarkan arah sinar terhadap susunan kaset tersebut.
- b) Atur posisi pasien, pastikan bahu pasien ditekankan ke depan dengan benar. Sejajarkan lagi arah sinar, jika mungkin.

- c) Beritahu pasien untuk menarik napas dalam, lalu menahan napas.
- d) Pajankan sinar X (expose).
- e) Beritahu pasien untuk bernapas biasa

10. Penilaian Indeks Massa Tubuh

Sebelum melakukan uji faal paru dilakukan dulu penghitungan tinggi badan, dan berat badan. Rumus yang dipakai adalah :berat badan (kg)/tinggi badan (m)². Penghitungan tadi mendapat hasil, kemudian kita dapat menentukannya di bagian kelompok yang mana pasien ini sesuai dengan pengelompokan yang sudah dibahas di BAB 2.

11. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan metode statistik yang sesuai.

3.8. Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan akan diolah dengan menggunakan perangkat lunak statistik. Data yang dikumpulkan akan diolah dan dianalisa secara deskriptif untuk melihat distribusi frekuensi subyek penelitian berdasarkan karakteristik. Kemudian dilanjutkan dengan analisis inferensial. Sebelum analisis dilaksanakan akan dilakukan uji normalitas Data.

Uji normalitas data dilakukan terhadap semua data numerik dengan uji statistik Saphiro Wilk. Bila nilai $p > 0,05$, maka data dikatakan berdistribusi normal.

- Analisis Bivariat

Tujuan analisis bivariat dalam penelitian ini adalah mengetahui adanya korelasi antara pajanan debu keramik terhadap gejala respirasi dan hasil foto dada pada pekerja Perusahaan X, Mabar, Medan. Untuk mencari kemaknaan variabel bebas dan terikat dilakukan analisis korelasi Pearson (bila x dan y normal) atau Spearman (bila x dan y tidak normal) dengan tingkat kemaknaan $\alpha < 0,05$ yang menyatakan ada hubungan dan $\alpha \geq 0,05$ yang menyatakan tidak ada hubungan.

3.9. Etika Penelitian

Sebelum dilakukan pengumpulan data terhadap sampel penelitian, peneliti mengajukan *ethical clearance* terlebih dahulu kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran USU, Medan.

3.10. Jadwal Penelitian

Tabel 3.2. Jadwal Penelitian

	Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pembuatan proposal	√											
Ujian proposal							√					
Ethical clearance							√					
Sampling									√			
Mengumpulkan data									√			
Pengolahan data										√		
Analisis data										√		
Penyusunan laporan hasil												√
Penyusunan artikel												√

3.11. Perkiraan Biaya Penelitian

Adapun biaya yang dikeluarkan dalam penelitian ini meliputi

1. Pengumpulan Kepustakaan	Rp.	500.000,-
2. Pembuatan Proposal	Rp.	500.000,-
3. Seminar Proposal	Rp.	1.500.000,-
4. Bahan habis pakai :		
✓ Foto dada	Rp.	17.000.000,-
✓ Personal Dust Sampler	Rp.	2.500.000,-
✓ Mouthpiece dan Spirometri	Rp.	750.000,-

5. Biaya Sewa Alat dan Laboratorium	Rp.	1.500.000 ,-
6. Pembuatan dan penggandaan laporan	Rp.	700.000,-
7. <u>Biaya tim penelitian</u>	<u>Rp.</u>	<u>2.000.000.-</u>
Total Biaya	Rp.	26.950.000,

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Karakteristik Demografis Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 35 orang pekerja yang keseluruhannya berjenis kelamin laki laki di industri keramik di Perusahaan X, Mabar, Medan. Adapun karakteristik demografis subjek penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik demografis subjek penelitian

Karakteristik		n	%
Jenis Kelamin	Pria	35	100.0
	Wanita	0	0.0
Usia	20 - 29 tahun	10	28.6
	30 - 39 tahun	17	48.6
	>= 40 tahun	8	22.9
Indeks Massa Tubuh	Normal	12	34.3
	Kurang	3	8.6
	Lebih	20	57.1
Kebiasaan Merokok	Ya	28	80.0
	Tidak	7	20.0
Penggunaan APD	Ya	15	42.9
	Tidak	20	57.1
Lokasi Kerja	Prakompresi	11	31.4
	Kompresi	13	37.1
	Sintering	11	31.4
Lama Kerja	0 - 4 tahun	9	25.7
	5 - 9 tahun	8	22.9
	>= 10 tahun	17	48.6

Studi ini mendapati bahwa sebanyak 10 orang (28.6%) subjek penelitian berusia di bawah 30 tahun, dan hampir separuh subjek penelitian berusia antara 30 – 39 tahun (48.6%). Hanya ada 8 orang pekerja saja (22.9%) yang berusia di atas 40 tahun.

Karakteristik status gizi dinilai dengan menggunakan indeks massa tubuh, yaitu hasil pembagian dari berat badan dalam satuan kilogram dengan tinggi badan dalam satuan meter kuadrat (m^2), dimana nilai normal indeks massa tubuh adalah $18.5 - 22.9 \text{ kg}/m^2$.

Didapati bahwa lebih dari setengah subjek penelitian memiliki indeks massa tubuh di atas nilai normal (57.1%). Indeks massa tubuh yang di atas nilai normal dikaitkan dengan intake nutrisi yang berlebih atau pola aktivitas harian yang kurang aktif (*sedentary*). Dalam aspek respirasi, indeks massa tubuh yang berlebih, khususnya jika obesitas morbid akan mempengaruhi hasil pemeriksaan fungsi paru, dimana obesitas morbid akan mengakibatkan pergerakan diafragma saat inspirasi dan ekspirasi menjadi tertahan. Dampaknya, ekspansi rongga toraks menjadi kurang maksimal dan mengakibatkan kelainan restriksi.

Kebiasaan merokok dijumpai pada lebih dari $\frac{3}{4}$ subjek penelitian (80%). Hanya 7 orang saja pekerja yang tidak merokok. Perilaku merokok memang sangat sering dijumpai pada laki-laki, ditambah lagi pada kalangan pekerja pabrik, kebiasaan merokok seringkali menjadi faktor sosial untuk bergaul satu sama lain. Kebiasaan merokok telah lama dikaitkan dengan kejadian obstruksi pada jalan napas, khususnya jika terpapar dalam jangka waktu yang lama.

Seluruh subjek penelitian bekerja di 3 lokasi yang berbeda, yaitu lokasi prakompresi, kompresi dan sintering. Identifikasi lokasi kerja merupakan hal yang penting, karena kadar debu di masing-masing lokasi kerja tidaklah sama. Sebanyak 13 orang (37.4%) subjek bekerja di bagian kompresi, sedangkan sisanya masing masing 11 orang (31.4%) bekerja di bagian prakompresi dan sintering. Secara teoritis, pekerja yang bekerja di bagian sintering akan terpapar debu dalam jumlah yang lebih minimal, karena proses sintering bertujuan untuk memadatkan produk keramik setengah jadi sehingga jumlah partikel debu yang berterbangan lebih sedikit dibandingkan di bagian kompresi maupun prakompresi. Untuk dapat memastikannya, akan dilakukan pemeriksaan kadar debu di masing masing tempat kerja dengan menggunakan alat Low Volume Air Sampler (LVAS).

Hampir setengah subjek penelitian (48.6%) telah bekerja lebih dari 10 tahun. Analisis lama kerja sangat penting untuk dilakukan, karena penyakit paru kerja membutuhkan waktu paparan yang tidak singkat, melainkan bisa sampai belasan atau puluhan tahun untuk memunculkan manifestasi klinis yang nyata.

4.1.2 Karakteristik Klinis Subjek Penelitian

Terdapat tiga hal yang menjadi parameter utama dalam penelitian ini, yaitu keluhan respiratori dan gambaran foto dada. Keluhan respiratori dinilai melalui anamnesis atau dengan kuesioner.

Interpretasi foto dada dilakukan penilaian menurut kriteria dari ILO (*International Labour Organization*) agar hasil yang diperoleh terstandarisasi. Adapun karakteristik klinis subjek penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Karakteristik klinis subjek penelitian

	Karakteristik	n	%	
Kadar Debu (ng/L)	Sintering	6.11	11	31.4
	Prakompresi	24.82	11	31.4
	Kompresi	29.28	13	37.1
Foto ILO	Normal		27	77.1
	Pneumokoniosis		6	17.1
	TB		2	5.7
Keluhan Respiratorik	Ada		9	25.7
	Tidak ada		26	74.3

Tabel 4.2 memperlihatkan bahwa terdapat 3 kadar debu yang berbeda-beda yang dijumpai di 3 lokasi kerja. Kadar debu terendah adalah 6.11 ng/L yang terdeteksi di bagian sintering. Sedangkan kadar debu tertinggi terdeteksi di bagian kompresi yang mencapai 29.2 ng/L.

Kadar debu yang paling tinggi adalah bagian kompresi (29.2 ng/L). pada proses ini bahan keramik dihaluskan hingga membentuk bubuk, lalu dicampur dengan pengikat (binder) organik, kemudian dimasukkan kedalam cetakan dan ditekan hingga mencapai bentuk padat yang cukup kuat.

Kadar debu kedua tertinggi adalah pra kompresi (24.82) merupakan tahapan penyiapan bahan sebelum dimasukkan ke dalam cetakan. Tahapan penyiapan bahan ini meliputi tahap penggilingan yaitu menggunakan mesin giling untuk menghaluskan bahan dan tahap pengukuran komposisi bahan dengan menggunakan neraca.

Kadar debu terendah adalah bagian sintering (6.11 ng/L) memadatkan bahan yang sudah dicetak, dengan suhu tinggi kemudian di dinginkan, kemudian pengujian keramik, serta pemberian motif sampai pengepakan. Pada proses-proses ini tidak dihasilkan debu yang melewati batas NAB.

Interpretasi foto dada menurut ILO dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tanpa kelainan atau dengan kelainan. Lebih dari $\frac{3}{4}$ subjek penelitian tidak memperlihatkan kelainan pada pemeriksaan foto dada. Sebanyak 8 orang subjek memperlihatkan foto dada yang abnormal, yang kemudian dispesifikkan lebih lanjut menjadi kelainan pneumokoniosis (17.1%) atau kelainan non-pneumokoniosis (5.7%) yang dalam hal ini adalah tuberkulosis. Kelainan pneumokoniosis ditegakkan jika pada foto dada dijumpai lesi yang memenuhi kriteria p, q, r (lesi reguler) dan s, t, u (lesi irreguler).

Berdasarkan hasil anamnesis, sebanyak 26 orang subjek penelitian (74.3%) tidak memiliki keluhan respiratorik yang bermakna. Hanya sebanyak 25.7% subjek saja yang mengeluhkan gejala respiratori seperti batuk, sesak napas maupun nyeri dada.

4.1.3 Hubungan Paparan Debu dengan Keluhan Respiratori

Variabel pertama yang diukur dalam penelitian ini adalah keluhan respiratori. Terdapat dua faktor yang akan diukur mengenai paparan debu, yaitu kadar debu dan lama bekerja (lama paparan dengan debu di tempat kerja).

Hasil analisis hubungan antara kadar debu dengan keluhan respiratorik dapat dilihat pada tabel 4.3 sedangkan hubungan antara lama bekerja (lama paparan debu) dengan keluhan respiratori disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hubungan kadar debu dengan keluhan respiratori

Lokasi Kerja	Kadar Debu	Dengan Keluhan		Tanpa Keluhan		p value
		n	%	N	%	
Pra Kompresi	24.82	3	33.3	8	30.8	0.89
Kompresi	29.28	4	44.4	9	34.6	
Sintering	6.11	2	22.2	9	34.6	

Uji Chi Square

Tabel 4.3 memperlihatkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar debu di tempat kerja dengan timbulnya keluhan respiratorik ($p > 0.05$).

Tabel 4.4 Hubungan lama bekerja dengan keluhan respiratori

Lama Kerja	Dengan Keluhan		Tanpa Keluhan		p value	OR (95% CI)
	N	%	n	%		
≥ 5 tahun	5	55.6	13	50.0	0.77	1.2 (0.2 - 5.7)
< 5 tahun	4	44.4	13	50.0		

Uji Chi Square

Tabel 4.4 memperlihatkan bahwa subjek yang bekerja lebih dari 5 tahun berpeluang 1,2 kali lebih besar untuk memiliki keluhan respiratorik dibandingkan dengan subjek yang bekerja kurang dari 5 tahun, meskipun hubungan ini tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$; 95% CI 0.2 – 5.7)

4.1.4 Hubungan Paparan Debu dengan Fungsi Paru

Variabel kedua yang diukur dalam penelitian ini adalah fungsi paru. Pemeriksaan fungsi paru dilakukan melalui spirometri untuk mendapatkan nilai FEV1, FVC, FEV1/FVC dan nilai FEF25-75. Hasil uji statistik dapat dilihat pada tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5 Hubungan kadar debu (lokasi kerja) dengan fungsi paru

	Hasil Faal Paru (Mean \pm SD)			p value
	Pra Kompresi	Kompresi	Sintering	
FEV1 (%)	79.3 \pm 10.3	72.9 \pm 12.6	81.4 \pm 14.8	0.24
FVC (%)	79.6 \pm 12.4	73.8 \pm 13.3	80.5 \pm 13.6	0.405
FEV1/FVC (%)	84.5 \pm 3.88	83.3 \pm 5.18	85.3 \pm 4.12	0.56
FEF25-75 (%)	77.4 \pm 11.2	73.8 \pm 16.5	85.9 \pm 18.2	0.17

Uji *One Way Anova*

Berdasarkan tabel 4.5, terlihat bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai fungsi paru pada pekerja yang terpapar debu di bagian prakompresi (kadar debu 24.82 ng/L), kompresi (kadar debu 29.28 ng/L) dan sintering (kadar debu 6,11 ng/L).

Meskipun tidak signifikan secara statistik, dapat dilihat bahwa pekerja di bagian sintering (yang kadar debunya paling minimal) memiliki rerata nilai fungsi paru yang paling tinggi dibandingkan pekerja di dua lokasi lainnya.

Tabel 4.6 Hubungan lama bekerja dengan fungsi paru

	Hasil Faal Paru (Mean \pm SD)		p value
	≥ 5 tahun	< 5 tahun	
FEV1 (%)	68.1 \pm 8.5	87.6 \pm 8.3	$< 0.001^*$
FVC (%)	68.7 \pm 9.9	87.2 \pm 8.6	$< 0.001^{**}$
FEV1/FVC (%)	83.3 \pm 4.2	85.4 \pm 4.4	0.16
FEF25-75 (%)	70.8 \pm 13.2	87.1 \pm 14.8	0.002*

*) Signifikan dengan Uji T Independen

***) Signifikan dengan Uji Mann Whitney

Tabel 4.6 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan hasil pemeriksaan fungsi paru pada pekerja yang bekerja kurang dari 5 tahun dan lebih dari 5 tahun untuk parameter FEV1, FVC dan FEF25-75 ($p < 0.05$). Subjek yang bekerja lebih dari 5 tahun memiliki nilai FEV1, FVC dan FEV1/FVC yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan subjek yang bekerja kurang dari 5 tahun.

Temuan ini membuktikan bahwa paparan kronis debu di tempat kerja akan secara perlahan-lahan mempengaruhi fungsi paru, dan mengakibatkan munculnya kelainan obstruksi (ditandai oleh FEV1 dan FEF25-75) serta kelainan restriksi (ditandai oleh FVC).

Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa proses penyakit paru kerja akibat paparan debu keramik yang mengandung kristal silika membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk memunculkan manifestasi klinis yang nyata dan terukur, meskipun proses inflamasinya sebenarnya sudah dimulai sejak subjek menginhulasi debu silika. Inflamasi yang diakibatkan oleh inhalasi kristal silika pada parenkim paru akan mengakibatkan datangnya sel radang ke alveolus yang

kemudian melepaskan enzim proteolitik dan berujung pada terjadinya restriksi paru. Untuk itu dilakukan analisis lebih lanjut hubungan lama bekerja dengan kejadian restriksi paru pada pekerja dengan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hubungan lama bekerja dengan kejadian restriksi

Lama Kerja	Restriksi		Tidak restriksi		p value	OR (95% CI)
	n	%	n	%		
≥ 5 tahun	16	76.2	2	14.3	< 0.001*	19.2 (3.1 - 116.4)
< 5 tahun	5	23.8	12	85.7		

*) Signifikan dengan Uji Chi Square

Tabel 4.7 memperlihatkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan lama bekerja dengan kejadian restriksi paru ($p < 0.001$). Subjek yang bekerja lebih dari 5 tahun berpeluang 19 kali lebih besar untuk mengalami restriksi paru dibandingkan dengan subjek yang bekerja kurang dari 5 tahun.

4.1.5 Hubungan Paparan Debu dengan Gambaran Foto Dada

Variabel ketiga yang diukur dalam penelitian ini adalah gambaran foto dada yang dinilai dengan menggunakan kriteria ILO. Kriteria ILO merupakan kriteria yang disepakati untuk penyeragaman internasional hasil foto dada pada penyakit paru akibat kerja. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9.

Tabel 4.8 Hubungan kadar debu (lokasi kerja) dengan foto dada

Lokasi Kerja	Kadar Debu	Tidak Normal		Normal		p value
		n	%	n	%	
Pra Kompresi	24.82	3	37.5	8	29.6	0.21
Kompresi	29.28	1	12.5	12	44.4	
Sintering	6.11	4	50.0	7	25.9	

Uji Chi Square

Berdasarkan tabel 4.8, tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar debu di lokasi kerja dengan gambaran pada foto dada menurut kriteria ILO ($p > 0.05$).

Tabel 4.9 Hubungan lama bekerja dengan foto dada

Lama Kerja	Abnormal		Normal		p value	OR (95% CI)
	n	%	n	%		
≥ 5 tahun	5	62.5	13	48.1	0.69	1.7 (0.3 - 9.0)
< 5 tahun	3	37.5	14	51.9		

Uji Chi Square

Tabel 4.9 memperlihatkan bahwa subjek yang bekerja lebih dari 5 tahun berpeluang 1.7 kali lebih besar untuk memperlihatkan pola foto dada yang abnormal, meskipun hubungan ini tidak signifikan secara statistik ($p > 0.05$).

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pembahasan Karakteristik Demografis dan Klinis Subjek Penelitian

Telah dilakukan penelitian terhadap 35 orang pekerja yang bekerja di industri keramik di daerah Jabar, Medan. Industri keramik dipilih menjadi lokasi penelitian karena pekerja pada industri keramik tergolong dalam risiko tinggi terpapar dengan debu yang mengandung silika dalam kesehariannya. Silika saat ini digunakan secara luas pada berbagai macam industri komersial. Pasir kuarsa digunakan sebagai bahan baku utama pada industri gelas, kaca, keramik, pengecoran, semen, tegel, silikon karbida bahan abrasif (ampelas dan *sand blasting*).

Kristal kuarsa juga telah digunakan sejak beberapa tahun yang lalu sebagai perhiasan dalam bentuk batu permata (contoh : *amethyst, citrine*), dan saat ini digunakan secara luas pada industri elektronik dan optikal (IARC, 1997). Silika juga dapat ditemukan secara alami dengan berbagai konsentrasi pada bebatuan, antara lain batu pasir (67% silika) dan granit (25-40% silika) (Greenberg dkk., 2007).

Pengukuran kadar debu silika merupakan hal yang penting untuk dilakukan karena debu silika yang terinhalasi dalam jangka waktu panjang di tempat kerja akan menginduksi terjadinya kerusakan paru berupa silikosis. Pengukuran kadar debu silika dilakukan dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler*. *Low Volume Air Sampler* adalah suatu alat yang menggunakan filter berbentuk lingkaran (bulat) dengan porositas 0,3-0,45 μm . Prosedur kerja alat ini

adalah udara ambien dihisap dengan pompa hisap berkecepatan 10-30 lpm untuk penangkapan *Suspensi Particulate Matter* (SPM).

Dengan mengetahui berat kertas saring sebelum dan sesudah pengukuran maka berat debu dapat dihitung. Pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur Low Volume Air Sampler (LVAS) selama 1 jam untuk mengukur kadar debu terhisap.

Nilai ambang batas untuk kadar debu silika berdasarkan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. 01/MENNAKER/1997 adalah 5 mg/m³ untuk silika kristobalit dan tridimit, serta 10 mg/m³ untuk silika kuarsa dan tripoli (Menteri Tenaga Kerja, 1997). Adapun kadar debu yang didapat dari hasil penelitian ini adalah 6.11 mg/m³ di bagian sintering, 24.82 mg/m³ di bagian prakompresi dan 29.28 mg/m³ di bagian kompresi. Ini berarti hanya pekerja yang bekerja di bagian sintering saja yang berada dalam lingkungan kerja yang sehat, sedangkan pekerja di bagian prakompresi dan kompresi terpapar debu dalam konsentrasi yang melebihi nilai normal sepanjang harinya. Sintering adalah cara memadatkan serbuk keramik pada suhu tinggi untuk mendapatkan bulk material.

Saat proses sintering, partikel-partikel diserbuk keramik tersebut akan saling berdifusi sampai akhirnya menjadi material yang padat.

Jika prosesnya tidak sempurna, pada hasil akhir keramikny masih akan ditemui adanya pori dan menurunkan kualitas keramik. Dalam proses ini, debu keramik yang berterbangan jumlahnya lebih sedikit karena proses sintering lebih bertujuan untuk memadatkan produk keramik yang sudah setengah jadi. Berbeda dengan proses prakompresi dan kompresi dimana debu keramik masih berterbangan bebas di ruangan kerja sehingga kadarnya melebihi nilai ambang batas.

Seluruh pekerja yang menjadi subjek penelitian berjenis kelamin laki laki dan mayoritas berada pada rentang usia 30 – 39 tahun. Pekerja yang menjadi subjek penelitian telah bekerja dengan lama kerja yang bervariasi, yaitu kurang dari 5 tahun, 5 – 10 tahun hingga lebih dari 10 tahun. Sebanyak 80% subjek penelitian merupakan perokok, dan lebih dari setengah pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri sewaktu kerja.

APD merupakan alat pelindung bagi para pekerja untuk menghindari bahaya atau kecelakaan saat bekerja. APD untuk pekerja di Indonesia masih banyak sekali permasalahan serta kekurangannya. APD yang baik adalah APD yang memenuhi standar keamanan dan kenyamanan bagi pekerja (*safety and acceptance*). Idealnya, APD yang diperlukan antara lain adalah respirator, pelindung mata, sarung tangan dan pakaian kerja. APD yang sesuai bagi tenaga kerja yang bekerja pada lingkungan dengan pajanan debu berkonsentrasi tinggi adalah masker dan respirator. Respirator adalah suatu masker yang menggunakan filter sehingga dapat membersihkan udara yang dihisap. Ada 2 macam respirator, yaitu yang *half-face respirator*, disini berfungsi hanya sebagai penyaring udara dan *fullface respirator*, yaitu sekaligus berfungsi sebagai pelindung mata.

4.2.2 Pembahasan Inflamasi Paru pada Pekerja Pabrik Keramik

Industri keramik merupakan industri yang dalam pengolahannya banyak terpapar dengan debu yang mengandung kristal silika dalam bentuk Silica Dioksida (SiO_2). Kandungan kristal silika dalam keramik merupakan konstituen utama dan terbesar pada keramik yang kadarnya bisa mencapai 63%, ditambah dengan material tambahan lainnya seperti senyawa aluminium yang kadarnya berkisar 18%. Sisa material lainnya merupakan material senyawa besi, kalsium dan magnesium yang masing masing kadarnya tidak lebih dari 5%. Dengan demikian, penting untuk dipahami bahwa pekerja keramik merupakan golongan risiko tinggi untuk mengalami inhalasi debu silika dan menyebabkan kelainan pada paru yang dikenal sebagai silikosis (IJETR, 2015).

Pneumokoniosis merupakan penyakit paru kerja karena inhalasi, retensi dan reaksi paru terhadap salah satu partikel yaitu silikon dioksida dengan ukuran partikel $< 10 \mu\text{m}$, yang secara umum lebih dikenal dengan silika, dalam bentuk kristal, biasanya quartz, termasuk bentuk lainnya yaitu cristobalite dan tridimit. Dosis debu yang mengandung silika merupakan faktor penting terjadinya pneumokoniosis. Dosis yang dimaksud adalah konsentrasi debu yang mengandung silika respirabel pada udara tempat kerja dan persentase silika yang dapat dihirup dari total debu.

Faktor penting lain, yaitu ukuran partikel, bentuk silika kristal atau bukan kristal, durasi pajanan debu, dan periode waktu dari pertama kali terpajan hingga terdiagnosis yang umumnya membutuhkan waktu hingga puluhan tahun (NIOSH, 2002). Debu silika yang respirabel akan terinhalasi masuk ke dalam saluran napas. Jika ukuran partikel debu silika 1 – 10 mikron, maka kristal silika akan terdeposit masuk ke dalam alveolus, sedangkan partikel debu yang berukuran kurang dari 1 mikron akan dihembuskan kembali ke udara bebas saat ekspirasi. Partikel silika yang terdeposit di dalam alveolus akan direspon dengan kehadiran makrofag. Namun karena kristal silika bersifat tidak larut maka aktivitas fagositosis makrofag menjadi tidak efisien, dan makrofag justru mengalami kerusakan.

Sel makrofag yang telah mengalami kerusakan ini kemudian akan melepaskan *reactive oxygen species* (ROS), *reactive nitrogen species* (RNS), kemokin, dan sitokin. Pelepasan semua mediator ini dimaksudkan untuk merekrut lebih banyak sel inflamasi ke dalam parenkim paru, utamanya neutrofil dan sel limfosit T.

Makrofag yang telah rusak dan kemudian mati akibat tidak mampu memfagosit silika akan melepaskan kandungan silikanya ke luar sel. Silika bebas ini kemudian akan difagosit oleh makrofag makrofag lain di sekitarnya, yang kemudian akan mati juga dan memicu lebih banyak lagi kematian sel dan cedera jaringan. Makrofag juga akan melepaskan mediator utama berupa TNF α dan IL1 β . Interleukin 1 β (IL1 β) merupakan sitokin yang akan mengaktivasi *profibrotic cytokines platelet-derived growth factor* (PDGF) dan TGF- β .

Transforming Growth Factor Beta (TGF- β) kemudian akan menginduksi diferensiasi sel miofibroblas untuk melepaskan faktor pertumbuhan epitel yang dilanjutkan oleh sintesis kolagen pada parenkim paru yang mana kesemua ini merupakan faktor profibrotik. Deposit kolagen dan fibrosit pada parenkim paru akan berujung pada terbentuknya nodul silikosis dan fibrosis yang difus pada parenkim paru.

Proses inflamasi yang terjadi akibat inhalasi kristal silika tidaklah terjadi dalam waktu yang singkat, melainkan membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk dapat menimbulkan manifestasi klinis yang nyata. Sama seperti hasil yang didapat pada penelitian ini, dimana pekerja yang bekerja kurang dari 5 tahun belum memperlihatkan penurunan fungsi paru maupun gambaran foto dada.

Sebaliknya pekerja yang sudah bekerja lebih dari 5 tahun berisiko 19 kali lebih besar (95% CI 31. – 116.4) untuk mengalami kelainan faal paru, yang dikenal sebagai silikosis kronis. Bentuk silikosis kronis ini merupakan bentuk silikosis yang paling banyak ditemukan dalam keseharian.

4.2.3 Pembahasan Hubungan Paparan Debu dengan Keluhan Respiratorik

Gejala pneumokoniosis adalah sesak napas yang awalnya muncul saat aktivitas berat. Seiring dengan semakin berkurangnya fungsi paru, sesak dapat muncul bahkan saat istirahat. Progresifitas sesak napas akan semakin dirasakan dengan timbulnya komplikasi seperti tuberkulosis, obstruksi saluran napas, fibrosis masif progresif, atau *cor pulmonale*. Batuk produktif merupakan gejala sekunder dari bronkitis kronis karena pajanan debu, atau merokok.

Batuk juga dapat disebabkan tekanan massa yang besar dari limfonodi silikotik pada trakea atau bronkus utama. Batuk darah ditemukan pada bentuk yang terkomplikasi infeksi mikobakteri atau neoplasma paru. Mengi dan rasa berat di dada merupakan bagian dari penyakit saluran napas obstruktif atau bronkitis.

Gejala sistemik seperti demam dan penurunan berat badan dapat dikaitkan dengan neoplasma atau infeksi mikobakterium. Pneumokoniosis juga dapat menyebabkan gagal napas progresif dengan atau tanpa *cor pulmonale* (Petsonk dan Parker, 2008). Studi ini mendapati bahwa hanya sekitar 25% saja pekerja keramik yang memiliki keluhan respiratorik berupa sesak napas, batuk ataupun nyeri dada.

Hal ini sesuai dengan tampilan manifestasi klinis pneumokoniosis, dimana gejala baru akan dirasakan terutama setelah berlalu 5 tahun sejak pajanan pertama. Gejala respiratorik ini juga tumpang tindih dengan faktor risiko lainnya yaitu

merokok. Karena paparan rokok serta biomassa lainnya dalam jangka panjang juga menghasilkan keluhan respiratorik yang sama. Studi yang dilakukan oleh Sribaddana (2016) pada pekerja keramik di Sri Lanka juga mendapati hasil yang identik dengan studi ini. Ia mendapati bahwa keluhan respiratorik hanya dijumpai pada 10% pekerja saja, dan gambaran abnormalitas pada foto dada dijumpai hanya pada 5.6% pekerja saja (Sribaddana, 2016).

Minimnya jumlah pekerja yang memiliki keluhan respiratorik seyogyanya meningkatkan kesadaran bagi para pemimpin perusahaan untuk tidak bergantung semata-mata hanya pada keluhan yang diutarakan oleh para pekerja, karena pneumokoniosis yang masih di tahap awal tidak langsung memperlihatkan adanya gejala yang signifikan. Pemeriksaan kesehatan rutin dan berkala merupakan upaya kesehatan yang wajib dilakukan guna menjaga kesehatan para pekerja.

4.2.5 Pembahasan Hubungan Paparan Debu dengan Foto Dada

Tanda radiologis pneumokoniosis dapat dikategorikan menggunakan klasifikasi radiografi pneumokoniosis *International Labour Organization* (ILO). Sebelum interpretasi, kualitas foto harus baik. Opasitas kecil dikelompokkan berdasarkan bentuk dan ukuran. Ukuran opasitas kecil dikelompokkan menjadi p ($\leq 1,5$ mm), q (1,5-3 mm), atau r (3-10 mm). Opasitas kecil yang ireguler diklasifikasikan sebagai s, t, atau u (dengan ukuran yang sama untuk opasitas bulat kecil). Profusi (frekuensi) opasitas kecil dikelompokkan ke dalam skala kategori mayor 4 poin (0-3), dengan setiap kategori mayor dibagi menjadi 3 subkategori, sehingga memberikan skala 12 poin antara 0/- dan 3/+.

Opasitas besar adalah opasitas yang terlihat pada film dengan diameter lebih dari 1 cm. Opasitas besar dikelompokkan sebagai kategori A (satu atau lebih opasitas besar yang tidak melebihi diameter 5 cm bila digabungkan), kategori B (opasitas besar dengan diameter kombinasi lebih dari 5 cm namun tidak melebihi zona atas kanan, atau kategori C (lebih besar dari B).

Abnormalitas pada pleura dinilai berdasarkan lokasi, lebar, perluasan, dan derajat kalsifikasi (*International Labour Organization*, 2011). Studi ini mendapati bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara paparan debu silika dengan

abnormalitas pada foto dada. Hal ini sesuai dengan temuan yang didapat oleh Petson dan Parker (2008) yang menyatakan bahwa pada sebagian kasus silikosis, foto dada mungkin tidak memperlihatkan kelainan yang signifikan. Perlu diingat kembali bahwa meskipun ILO telah menyeragamkan metode interpretasi foto dada penderita pneumokoniosis, tetapi tetap saja interpretasi foto dada sangat bergantung dengan kemampuan subjektif dari masing-masing klinisi (pulmonologi atau radiolog). Sehingga tidak jarang terjadi variabilitas antar pembaca dalam menginterpretasi foto dada yang berpeluang menghasilkan bias dalam penelitian ini.

Lopes (2008) mencoba mengidentifikasi gambaran radiologis penderita pneumokoniosis dengan menggunakan *High Resolution CT Scan (HRCT)*. Ia menemukan bahwa gambaran HRCT penderita pneumokoniosis lebih jelas terlihat dibandingkan dengan pemeriksaan foto dada, dan saat dilakukan analisis statistik hubungan fungsi paru dengan gambaran HRCT, ditemukan bahwa HRCT berkorelasi positif dengan hasil pemeriksaan fungsi paru.

Tentu saja dapat dimaklumi bahwa pemeriksaan HRCT dapat menjadi sarana diagnostik yang lebih baik untuk mendeteksi pneumokoniosis. Sayangnya, pemeriksaan HRCT memiliki kelemahan besar dalam aplikasi klinisnya dalam keseharian. Pemeriksaan HRCT tidak mungkin dapat dikerjakan sebagai bentuk uji screening pada pekerja industri keramik yang jumlahnya bisa mencapai ratusan atau ribuan orang. Belum lagi adanya paparan radiasi, biaya yang jauh berkali-kali lipat lebih mahal dan ketersediaan sarana di instansi rumah sakit yang masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, meskipun memang HRCT memberikan gambaran radiologis yang lebih baik dibandingkan foto toraks, ILO tetap merekomendasikan penggunaan foto dada sebagai sarana diagnosis kelainan fungsi paru pada pekerja (Lopes, 2008).

Satu hal yang perlu digarisbawahi dari studi ini adalah bahwa studi ini menunjukkan terdapat 2 pekerja (5.7%) yang gambaran foto dadanya memperlihatkan lesi khas tuberkulosis. Sebagaimana diketahui bahwa tuberkulosis merupakan komorbid yang paling sering dijumpai pada penderita

silikosis. Kejadian tuberkulosis pada penderita pneumokoniosis selalu dikaitkan dengan defek kerja makrofag.

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, bahwa kegagalan makrofag dalam memfagositosis kristal silika akan membuat fagosom pecah dan kristal silika lepas dari dalam makrofag. Makrofag yang mati kemudian akan dikepong oleh makrofag lainnya dalam usaha eliminasi kristal silika tadi, dan makrofag-makrofag ini juga akan berakhir dengan kerusakan dan kematian.

Akibatnya terjadi kematian sel makrofag dalam jumlah yang sangat besar, padahal makrofag merupakan salah satu mekanisme pertahanan utama paru terhadap invasi mikroorganisme, khususnya tuberkulosis. Tidaklah mengherankan saat nantinya penderita pneumokoniosis terinhalasi droplet yang mengandung basil TB, maka basil TB tersebut akan bereplikasi dengan sangat cepat tanpa ada lagi makrofag yang menahannya. Inilah yang menyebabkan mengapa penderita pneumokoniosis sangat rentan mengalami tuberkulosis, terutama di daerah endemis tuberkulosis, seperti di Indonesia.

Hasil yang didapat dari studi ini senada dengan temuan dari Carlos dkk (2008) yang mengidentifikasi kejadian tuberkulosis pada pekerja yang terpapar dengan debu silika. Ia mendapati bahwa kejadian tuberkulosis pada pekerja yang menderita pneumokoniosis dapat mencapai angka 20 – 35%. Ia menyebutkan bahwa pekerja yang mengalami silikosis 5 kali lipat lebih berisiko mengalami tuberkulosis dibanding pekerja sehat. Risiko ini kan meningkat lebih besar menjadi 7 kali lipat jika pekerja tersebut terpapar silika lebih dari 20 tahun dalam hidupnya (Carlos, 2008).

Terkadang interpretasi foto dada dapat bervariasi antara dua pembaca yang berbeda (variasi antar pengamat, jumlah pembaca minimum menjadi dua) atau pembaca tunggal pada dua waktu yang berbeda (variasi intra-pengamat). Faktor utama yang menyebabkan inkonsistensi hasil adalah buruknya kualitas radiografi dan kurangnya pengalaman dalam penggunaan klasifikasi ILO. NIOSH telah membantu mengurangi masalah ini dengan melakukan program pelatihan untuk penggunaan klasifikasi ILO (Parker, 1997).

Adapun kekurangan dari penelitian ini adalah kurangnya ketersediaan alat untuk menganalisis apakah terjadi gangguan difusi paru pada pekerja di industri keramik yang terpapar dengan debu silika, karena secara teoritis gangguan fungsi paru yang terjadi pada pneumokoniosis mayoritas menunjukkan gangguan difusi. Untuk itu diperlukan pemeriksaan DLCO guna memastikan derajat gangguan difusi pada pekerja.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara paparan debu di tempat kerja dengan keluhan respiratori dan antara paparan debu di tempat kerja dengan gambaran foto dada yang abnormal menurut kriteria ILO pada pekerja di industri keramik X Jabar Medan.
2. Meskipun tidak terdapat hubungan antara paparan debu di tempat kerja dengan gambaran foto dada yang abnormal menurut kriteria ILO, didapat sebanyak 6 orang subjek memperlihatkan kelainan foto dada berupa pneumokoniosis dan 2 orang subjek suspek tuberkulosis.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diajukan dari penelitian ini adalah:

1. Menggunakan masker setiap berada di lingkungan industri secara kontinu dan masker sekali buang.
2. Pemeriksaan kesehatan yang berkala perlu dilakukan pada pekerja yang terpapar debu di industri keramik, yang meliputi anamnesis keluhan respiratorik, pemeriksaan fungsi paru, dan foto toraks serial untuk mendeteksi dini gangguan paru yang terjadi pada pekerja
3. Menghubungi pasien yang diduga TB Paru untuk penatalaksanaan selanjutnya.
4. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menilai gangguan difusi pada paru menggunakan alat yang lebih lengkap berupa DLCO.
5. Bagi Instansi Dinas Tenaga Kerja Melakukan pengawasan dengan melakukan kunjungan rutin terhadap perusahaan untuk mengetahui nilai ambang batas

pencemaran debu dan melakukan pembinaan untuk mengurangi tingkat pencemaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Dwi Susanto, Faisal Yunus, Mukhtar Ihsan, Feni Fitriani., 2017. Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan. Jakarta:UI Press.
- Astuti, A., 1997,*Pengetahuan Keramik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- American Thoracic Society, 1996, *Adverse effect of crystalline Silica Exposure*, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1996, America.
- Ardam, Kiky Aunillah Yolanda. 2015. Analisis Hubungan Paparan Debu dengan Gangguan Faal Paru Pekerja Overhaul Power Plant. Skripsi. Surabaya. Universitas Airlangga Asmuni, 2008, *Karakterisasi Pasir Kuarsa (SiO₂) dengan Metode XRD*. Medan.
- A.M, Sugeng Budiono dkk., 2003, *Bunga Rampai Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Semarang.
- American Thoracic Society, 1996, *Adverse effect of crystalline Silica Exposure*, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1996, America.
- Bang KM, Attfield MD, Wood JM, Syamlal G. National trends in silicosis mortality in the United States, 1981-2004. Am J Ind Med. 2008; 51: 633-639.
- Bangun U., 1998. Analisis *Epidemiologis Pneumokoniosis Berdasarkan X Ray Paru Klasifikasi Standart International Labour Organization (ILO) Pada Pekerja Tambang Batu*. Bandung.
- Bassam N, Al Radaiden, Ali Huwaishal., 2015. *Evaluation of Ceramic Student Awareness Assoiated with Exposure to Hazardous Material* ; 2015:15 (5) : 821 – 825.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). *Pengukuran Kadar Debu Total Di Udara Tempat Kerja* ; 2004. SNI:16-7058.

- Budiono, A. M. Sugeng. 2002. Bunga Rampai Hiperkes dan KK. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- Bukhori, F.(2015). *Hubungan Paparan Debu Kayu dengan Kadar Interleukin-8 Serum pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu*. Tesis. Universitas Udayana 2015.
- Castranova, V., Vallyathan, V. and Wallace, W.E, 2000,*Silica and silica induced lung diseases*. Informa Healthcare CRC', Boca Raton, FL.
- Chen W dkk., 2012, *Long term exposure to silica dust and risk of total and cause spesificmortality in chinese worker*. China, 2012: 9(4):1-11.
- Cowie R, Murray J dkk.,. 2005. *Pneumokoniosis*, Textbook of Respiratory Medicine. 4th Ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; p.1748-82.
- Damayanti T, Yunus F, Sutjahyo., 2007. *Hubungan Penggunaan Masker Dengan Gambaran Klinis, Faal Paru Dan Foto Toraks Pekerja Terpapar Debu Semen*. Jakarta, Volume 57, No 9.
- Depkes RI. *Bahan-bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia*. Sub Proyek Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan, Proyek Kesehatan Lingkungan Bantuan UNDP INS/91/019, Jakarta, 1996.
- Depkes RI. 2003. Modul Pelatihan bagi Fasilitator Kesehatan Kerja. Jakarta: Depkes RI.
- Delvita Puspitasari, 2013, *Analisis Sifat Mekanik Dan Foto Mikroskopis Keramik Berbahan Dasar Lempung Bersisik (Scaly Clay) Formasi Karangambung Kebumen*, Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, viewed at 22 November 2018 <<https://lib.unnes.ac.id/19526/1/4211409018.pdf>>.
- Dewi S., 2015, *Peranan Radiodiagnostik dalam Penentuan Penyakit Paru Akibat Kerja*, Jakarta.
- Edilaura , Regina , Clovis., 2010, *Respiratory symptoms as health status indicators in workers at ceramics manufacturing facilities*; 2011:37(1):36-45.

- Francesco Forastiere F, Goldsmith DF, Sperati A, Rapiti E, Miceli M, Cavariani F, Perucci CA., 2002, *Silicosis and lung function decrements among female ceramic workers in Italy*. Am J Epidemiol ;156:851-56.
- Gede, I.Y. 2013. *Hubungan Negatif Antara Paparan Debu Kayu dan Interferon Gama (IFN- γ) Serum pada Pekerja Industri Pengolahan Kayu*. Tesis. Universitas Udayana. Bali. 2014
- Greenberg MI, Javier W, John C, 2007, '*Silicosis: A Review*'. Dis Mon 2007;53:394-416.
- Guyton, A dan Hall, J.E. 1999. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Alih Bahasa: Irawati Setiawan). Edisi 9. Jakarta: ECG.
- Halinda Sari., 1999. *prevalensi gangguan paru dan analisis faktor-faktor yang berhubungan pada tenaga kerja laki-laki pabrik keramik di cikarang*. Jakarta.
- Harefa, F. B., 2009. *Pemanfaatan Limbah Padat Pulp Grits dan Dregs dengan Penambahan Kaolin sebagai Bahan Pembuatan Keramik Konstruksi*. Medan.
- Harrianto, R., 2010, *Buku Ajar Kesehatan Kerja*, Jakarta; Penerbit Buku Kedokteran ECG. Jakarta.
- Harrington JM, Gill FS. Buku Saku Kesehatan Kerja. Jakarta : Penerbit ECG; 2005.
- Hisyam M, Safia B, Inas A., 2010. *Respiratory Hazards Among Egyptian Ceramics Worker*.
- HSE, Health and Safety Executive. (2013). Pneumoconiosis and silicosis. Available from: <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/pneumoconiosis/index.htm>
- Indonesian Journal of Chest, Critical and Emergency Medicine., 2016, *Aplikasi Radiografi dalam Bidang Respirologi*.
- International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), 2015. *Evaluation of Mechanical Properties of Sintered Nano Alumina Ceramic Powder with Different Doping Concentration*, ISSN: 2321-0869 (O) 2454-4698 (P), Volume-3, Issue-12, 2015.

- International Labour Organization : ILO., 2000. World Labour Report 2000:Income Security and Social Protection in a Changing World. Geneva.
- International Labour Organization : ILO., 2008.
- International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), 2001, 'Glossary of Atmospheric Chemistry Terms. Chemistry and The Environment Division Commission on Atmospheric Chemistry', viewed at 21 November 2018 <http://old.iupac.org/reports/1990/6211calvert/glossary.html>.
- Jardin TD., 2002, *Cardiopulmonary Anatomy and Physiology of The Respiratory Essentials for Respiratory care*, In : Angelio MD. Fetal Development and The Cardiopulmonary Sytem. 5th ed. Delmar Thomson Learning; Australia. 2002: 313-344.
- Jennifer, Brian, dkk., 2017, *Coal Mine Dust Lung Disease in the Modern Era*.
- Johns P David, Pierce Rob. *Spirometry-The Measurment and Interpretation of Ventilation Function in Clinical Practice*. Australia. 2007.
- Kauppinen T, Toikkanen J, Pedersen D, et al. Occupational exposure to carcinogens in the European Union. *Occup Environ Med* 2000; 57: 10-18.
- Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1993 Tentang Penyakit yang Timbul Karena Hubungan Kerja. Dalam : *Kumpulan Peraturan Perundangan Program Jamsostek*. Edisi Juli 2008:91-4.
- Klerk NH, Musk AW., 1998, *Silica compensated silicosis, and lung cancer in Western Australian goldminers*, *Occup Environ Medicine*, Vol 55 1998 p: 243-248.
- Khumaidah. (2009). *Analisis Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel PT Kota Jati Furnindo Desa Suwawal Kecamatan Milonggo Kabupaten Jepara*. Tesis magister kesehatan lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
- Kusumawidjaja, K., 1998. *Kelainan Paru Akibat Lapangan Kerja*. Dalam : Rasad, S., Kartoleksono, S. Dan Ekayuda, I, Editor. *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI, hal. 151-2.

- Lange, J.B., 2008. *“Effects of Wood Dust: Inflammation, Genotoxicity and Cancer”* (dissertation). Copenhagen: University of Copenhagen.
- Ladou, J., 1990. *Occupational Medicine*. A Lange Medical book. pp. 182-208.
- Lestari, K. 2001. *Pengaruh Paparan Debu terhadap Fungsi Paru Tenaga Kerja Plywood*. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja. XXXIII, Jakarta.
- MA Alim, Biswas, Hosain dkk., 2014, *Respiratory Health Problem Among the Ceramic Worker in Dhaka*. 2014: 9 (1): 19-23, Majalah Kedokteran Indonesia, volume 37, no 10.
- Masoud N, Zadeh JH, Fakoorziba M R., 2009, *Respiratory Toxicity of Raw Materials Used in Ceramic Production*. *Industrial Health. Italia*; 47:64-69.
- Meita AC., 2012. *Hubungan Paparan Debu dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Penyapu Pasar Johar Kota Semarang*, vol.1, pp 654-662.
- Mine Safety and Health Administration (MSHA). *Dust-What You Can't See CAN Hurt You!*. U. S. Department of Labor Mine Safety and Health Administration National Mine Health and Safety Academy. <http://www.msha.gov/S&HINFO/blacklung/DUST99.PDF>.
- Mukhtar Ikhsan., 2009. *Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan* . Jakarta:hal.8.
- Mukono H.J., 2005. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*, Airlangga University Press. Surabaya.
- Murray & Lopez. *Mortality by Cause for 8 Region of the World: Global Burden of Disease*, 2006, June, (<http://www.thelancet.com/journal/vol349/iss9062/full/llan.349.9061.original.research.8645.1>).
- Ngurah Rai., 2003, *Pneumokoniosis*, PDPI. Makasar : Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin :p.183-216.
- Nuryunita Nainggolan., 2017, *Buku Ajar Respirasi Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara : Penyakit Paru Kerja*: hal. 351.
- Parker JE. Radiological criteria: *The use of chest imaging techniques in asbestos related diseases*. In: Parker JE. *Asbestos, asbestosis and cancer*,

- proceedings of an international expert meeting, Finnish Institute of Occupational Health (FIOH), Helsinki, 1997.
- Pope C. *Respiratory Health and PM 10 Pollution*. AM. New York: Rev. Respiratory Disease; 2003.
- Razi F, Amri Z., 2008, *Pengaruh Debu Batubara Terhadap Paru Pekerja Tambang Penggalian*. Jakarta :Volume 58. No 2.
- Rossol, M., 2001. *The Artist's Complete Health and Safety Guide*. 3rd Edn, New York. USA. ISBN-13; pages:405.
- Royani, F.F., 2017, *Penyakit Paru Kerja dan Lingkungan : Efek Debu Karbon Terhadap Kesehatan Paru*, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Staffan Sandstrom M.D.,2010, *The WHO Manual of Diagnostic Imaging: Radiographic Technique and Projections*.
- Sulfikar, Tyas, Cornelia dkk., 2015, *Factors associated with lung function disturbance to textile industry worker in production department of CV. Bagabs Makasar city* :Volume 4 PP.23-34.
- Suma'mur P.K., 1999, *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Penerbit Gunung Agung.Jakarta.
- Suma'mur, P.K., 2013, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*, Jakarta: Agung Seto.
- Susianti H, Syarbaini., 2007, *Profil Tingkat Radioaktivitas Alam di Lingkungan Terrestrial calon tapak PLTN, Semenanjung muria*. 2007; 2(1):31-38.
- Susanto, A.D., 2011, *Pneumokoniosis*.J Indon Med Assoc : Volum: 61, Nomor:12.
- Tarigan, A., 2016. *Ilmu Dasar Faal Paru*. Medan : USU Press 2016.
- The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2002). *The Changing Organization of Work and the Safety and Health Of Working People* : CDC (Centers for Disease Control and Prevention).
- Varun Jampani., 2013, *A Study Of X-Ray Image Perception For Pneumoconiosis Detection*. India.
- V.C.Moore. (2012). *Breathe ; Spirometry: Step by Step*. European Respiratory Journal , VOL 8:232- 240.

- Vlack, L. V., 1994, *Element of Materials Science and Engineering (Ilmu dan Teknologi Bahan)*. Jakarta.
- Wahyu Garinas, 2016, *Proses Pembuatan dan Pengujian Benda Uji Keramik Untuk Bahan Baku Isolator Listrik Keramik Porselen*, Jurnal, vol. 10, No.3, pp 173-180.
- World Health Organization (WHO)., 1995. *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Report of a WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series Number 854. Geneva.
- World Health Organization (WHO)., 2010. *Obesity and overweight* <<http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obsity/en/htm>>
- World Health Organization (WHO)., 2015. *Occupational and work related disease*. Geneva:><http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/air-pollution-estimates/en/>
- World Health Organization (WHO)., 2016, ' *WHO Releases Country Estimates on Air Pollution Exposure and Health Impact*', WHO Media Centre. 20 April, viewed 11 November 2018 <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/en/>>
- Yunus F., 1994. *Pneumokoniosis*. Jakarta;3:22-8.
- Yunus, F., 2006. *Dampak Debu Industri pada Pekerja*, FKUI Bagian Pulmonologi FKUI/ Unit Paru RSUP Persahabatan,
- Yunus F., 2011, *Diagnosa Penyakit Paru kerja* .Jakarta: 1991;70:18-24.
- Yulaekah ., 2007, *Paparan debu terhirup dan gangguan fungsi Paru pada pekerja industri batu kapur (studi di desa mrisi kecamatan tanggunharjo, Kabupaten grobogan*. Semarang.

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

IDENTITAS

Nama : dr. Marini Puspita Sari
Tempat/Tgl. Lahir : Takengon /20 Januari 1986
Agama : Islam
Jenis kelamin : Perempuan
No. HP : 082160170301
Email : dr.rinizqq@gmail.com
Alamat : Jl. Bunga Rinte no E17, Komplek Puri Zahara 2, Medan
Tuntungan

PENDIDIKAN

SD Negeri 1	Kota : Takengon	Tamat tahun : 1996
SLTP Negeri 1	Kota : Takengon	Tamat tahun : 1999
SMA 1 Sutomo	Kota : Medan	Tamat tahun : 2003
S1 Kedokteran UNAND	Kota : Padang	Tamat tahun : 2008
Profesi Kedokteran USU	Kota : Medan	Tamat tahun : 2010

PERKUMPULAN PROFESI

1. Anggota IDI Kabupaten Takengon Tahun : 2017 s/d sekarang
2. Anggota Perhimpunan Dokter Umum Tahun : 2017 s/d sekarang
Indonesia Cab, Sumatera Utara
3. Anggota Muda PDPI cabang Sumatera Utara Tahun : 2017 s/d sekarang

LAMPIRAN 2

LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON SUBJEK PENELITIAN (*INFORMATION FOR CONSENT*)

Selamat pagi/siang Bapak/Saudara

Nama saya dr. Marini Puspita Sari, PPDS Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi FK USU, saat ini sedang melakukan penelitian yang berjudul “Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada pada Pekerja Pabrik Keramik Perusahaan X Mabar, Medan”. Bacalah informasi ini sebelum Bapak/ Saudara memutuskan apakah anda akan turut berpartisipasi atau tidak. Janganlah ragu-ragu untuk bertanya bila ada hal-hal yang belum dimengerti. Jika Bapak/ Saudara bersedia mengikuti penelitian ini, akan dilakukan pemeriksaan terhadap Bapak/Saudara dengan cara melakukan :

1. Wawancara yang berdurasi 5 menit.
2. Pengambilan Foto Dada, Bapak/Saudara di intruksikan masuk ke dalam pemeriksaan, petugas tentukan format kaset, dan meletakkan kaset dalam tempat kaset. Petugas akan mensejajarkan arah sinar terhadap susunan kaset tersebut. Petugas akan mengintruksikan Bapak/Saudara memposisikan bahu, bahu akan ditekan ke depan oleh petugas dengan benar. Bapak/Saudara di intruksikan menarik napas dalam, lalu menahan napas. Kemudian Sinar X akan dipajankan. Dan selanjutnya bernapas biasa. Pengambilan foto dada berdurasi 5 menit.

Kami sangat mengharapkan keikutsertaan Bapak/Saudara dalam penelitian ini, karena selain bermanfaat untuk diri sendiri, salah satu manfaat yang dapat dirasakan adalah menambah pengetahuan hubungan masa kerja dengan gejala respiratori dan hasil foto dada, juga bermanfaat untuk orang lain. Selama penelitian ini Bapak/Saudara tidak dibebankan biaya apapun. Semua data bersifat rahasia, tidak diketahui orang lain.

Apabila keberatan, Bapak/Saudara bebas untuk menolak mengikuti penelitian ini, tanpa khawatir akan mengurangi pelayanan yang kami berikan. Kompensasi

yang kami berikan atas partisipasi Bapak/Saudara dalam penelitian ini adalah sekaleng susu dan selembar handuk kecil. Jika sudah mengerti dan bersedia mengikuti penelitian ini, Bapak/Saudara dapat mengisi lembar persetujuan. Pemeriksaan yang dilakukan di atas lazimnya tidak akan menimbulkan hal berbahaya bagi Bapak/Saudara. Namun, bila terjadi hal yang tidak diinginkan disebabkan perlakuan penelitian ini Bapak/Saudara dapat menghubungi saya.

Nama : dr. Marini Puspita Sari

Alamat Kantor : Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi FK
USU- RSUP Haji Adam Malik Medan
Jl. Bunga Lau No. 17 Medan, Telp 061-8365915

Alamat Rumah : Jl. Bunga Rinte No. E17, Komplek Puri Zahara 2, Medan

No Telepon : 082160170301

Demikian penjelasan ini saya sampaikan, kiranya hasil dari penelitian ini bermanfaat bagi kita semua.

Subjek Penelitian

Medan,

Peneliti

(_____)

(dr. Marini Puspita Sari)

LAMPIRAN 3

LEMBAR PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN (INFORMED CONSENT)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :
Umur :
Jenis Kelamin :
Alamat :
No.Telp/HP :

Setelah mempelajari dan mendapatkan penjelasan yang sejelas-jelasnya mengenai penelitian yang berjudul: “Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi dan Hasil Foto Dada Pada Pekerja Keramik Industri di Pabrik X Mabar, Medan” dan setelah mengetahui dan menyadari sepenuhnya risiko yang mungkin terjadi, dengan ini saya menyatakan bahwa saya bersedia dengan sukarela menjadi subjek penelitian tersebut dan patuh akan ketentuan-ketentuan yang dibuat peneliti. Jika sewaktu-waktu ingin berhenti, saya berhak untuk tidak melanjutkan mengikuti penelitian ini tanpa ada sanksi apapun.

Yang menyatakan
Medan, 2018
Peneliti

() (dr. Marini Puspita Sari)

Saksi

()

LAMPIRAN 4

STATUS PENELITIAN

1. Anamnesis Pribadi

Nama :
Umur :
Jenis Kelamin :
Alamat :
Pendidikan :
Bagian :
Penghasilan :
Berat Badan : _____ kg, Tinggi Badan : _____ cm, BMI : _____ %
No HP :

2. Anamnesis Penyakit

Keluhan respirasi

Batuk (+/-), selama
Batuk darah (+/-), selama
Nyeri dada (+/-), selama
Sesak napas (+/-), selama
Batuk berdahak(+/-), selama

Keluhan Non-Respirasi

Demam (+/-), selama
Penurunan selera makan (+/-), selama
Penurunan BB (+/-), selama
Keringat malam (+/-), selama

Riwayat merokok (+/-), selama _____ tahun, sebanyak _____ batang/hari, IB _____

Riwayat alkohol (+/-), selama _____ tahun, sebanyak _____, jenis _____

Riwayat OAT (+/-), selama _____ tahun

Riwayat konsumsi kortikosteroid/ kemoterapi kanker (+/-), selama _____

Riwayat/ sedang menderita penyakit hati (+/-), selama _____

Riwayat/ sedang menderita penyakit ginjal (+/-), selama _____

Riwayat/ sedang menderita penyakit keganasan (+/-), sebutkan _____

Riwayat penggunaan oksigen jangka panjang (+/-), selama _____

Riwayat konsumsi obat _____

3. IMT : _____ kg/m²

4. Lama bekerja: tahun
5. Merokok : Ya / Tidak
6. Jumlah Rokok : batang/hari, selama Tahun
7. Penggunaan APD: Tidak pernah / Jarang / Sering / Selalu
8. Pemeriksaan Fisik

Sensorium :

Tekanan darah:

Frekuensi nadi:

Frekuensi napas:

Suhu :

Saturasi oksigen :

Kepala :

Thorax : Inspeksi

Palpasi

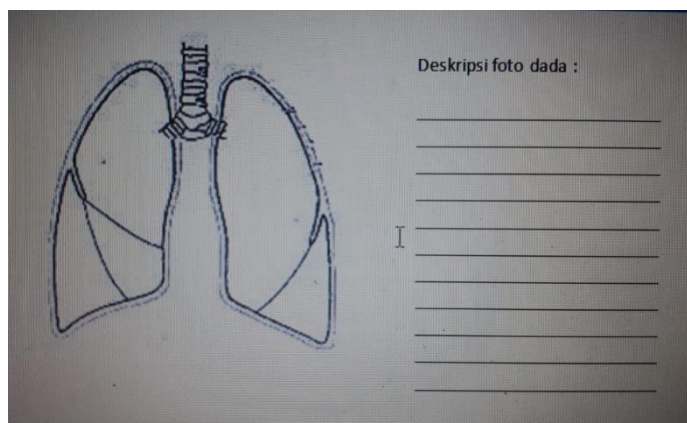
Perkusi

Auskultasi

Abdomen :

Ekstremitas :

9. Pemeriksaan Foto Dada :



LAMPIRAN 5

ETHICAL CLEARANCE



HEALTH RESEARCH ETHICAL COMMITTEE 
Medical Faculty of Universitas Sumatera Utara / H. Adam Malik General Hospital
Jl. Dr. Mansyur No 5 Medan, 20155 - Indonesia
Tel: +62-61-8211045; 8210555 Fax: +62-61-8216264 E-mail:
komisietikfkusu@yahoo.com

**PERSETUJUAN KOMISI ETIK TENTANG
PELAKSANAAN PENELITIAN KESEHATAN
NO: 383 / TGL/KEPK FK USU-RSUP HAM/2019**

Yang bertanda tangan di bawah ini, Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara/RSUP H. Adam Malik Medan, setelah dilaksanakan pembahasan dan penilaian usulan penelitian berdasarkan kaidah Neuremberg Code dan Deklarasi Helsinki, dengan ini memutuskan protokol penelitian yang berjudul :

“Hubungan Masa Kerja Terhadap Gejala Respirasi, Faal Paru, Dan Hasil Foto Dada Pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X Mabar Medan”

Yang menggunakan manusia ~~dan hewan~~ sebagai subjek penelitian dengan ketua Pelaksana/Peneliti Utama: **Marini Puspita Sari**
Dari Institusi : **Departemen Pulmonologi Dan Respirasi FK USU**

Dapat disetujui pelaksanaannya dengan syarat :
Tidak bertentangan dengan nilai-nilai kemanusiaan dan kode etik penelitian biomedik,
Melaporkan jika ada amandemen protokol penelitian
Melaporkan penyimpangan/pelanggaran terhadap protokol penelitian
Melaporkan secara periodik perkembangan penelitian dan laporan akhir
Melaporkan Kejadian yang tidak diinginkan

Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu pelaksanaan penelitian seperti tertera dalam protokol dengan masa berlaku maksimum selama 1 (satu) tahun.

Medan, 6 Mei 2019
Komisi Etik Penelitian Kesehatan
Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara/
RSUP H. Adam Malik Medan

Ketua,

Broto Satomo Kasiman, SpPD., SpJP(K)


LAMPIRAN 6

TABEL UNTUK PENELITIAN

No	NAMA	UMUR	BB (KG)	TB (CM)	BMI	Interpretasi IMT	Lokasi Kerja	Lama Kerja (Tahun)	APD	IL-8(ng/L)	KADAR DEBU TOTAL	FEV1 % Pred	FVC % Pred	Interpretasi FVC	FEV1/ FVC	FEF 25-75	Interpretasi FEV1/FVC	Rokok
1	IS	41	75	163	28.2	Normal	Sintering	8	Ya	55.26	6.11	97	96	Normal	88.4	93	Normal	Ya
2	KS	38	45	165	16.5	Kurang	Kompresi	15	Tidak	43.82	29.28	55	55	Restriksi Berat	83	54	Obstruksi Berat	Ya
3	SP	29	64	172	21.6	Normal	Sintering	8	Ya	716.48	6.11	98	94	Normal	90.69	100	Normal	Ya
4	AR	33	65	162	24.8	Lebih	Kompresi	14	Tidak	60.35	29.28	73	88	Normal	70.7	65	Normal	Ya
5	MU	43	73	161	28.2	Lebih	Kompresi	16	Tidak	52	29.28	48	47	Restriksi Berat	84.05	51	Obstruksi Berat	Ya
6	AG	24	71	176	22.9	Lebih	Kompresi	2	Ya	36.99	29.28	92	90	Normal	82.6	100	Normal	Ya
7	JS	32	68	165	25	Lebih	Kompresi	7	Tidak	34.4	29.28	76	78	Restriksi Ringan	83.1	67	Obstruksi Ringan	Tidak
8	SPT	30	58	161	22.4	Normal	Pra Kompresi	5	Ya	18.9	24.82	86	90	Normal	84.7	87	Normal	Ya
9	SU	37	55	167	19.7	Normal	Kompresi	14	Tidak	39.15	29.28	71	69	Restriksi Ringan	86	85	Obstruksi Ringan	Ya
10	PS	23	75	178	23.7	Lebih	Sintering	2	Ya	30.48	6.11	93	90	Normal	89.4	100	Normal	Tidak
11	AP	27	85	178	26.8	Lebih	Pra Kompresi	4	Ya	661.75	24.82	89	91	Normal	84	85	Normal	Ya
12	RA	33	58	168	20.5	Normal	Pra Kompresi	8	Ya	1000	24.82	73	71	Restriksi Ringan	85.9	66	Normal	Ya
13	BA	36	65	173	21.7	Normal	Pra Kompresi	11	Tidak	1000	24.82	69	68	Restriksi Ringan	83.7	75	Obstruksi Sedang	Ya
14	KJR	40	70	163	26.3	Lebih	Kompresi	16	Tidak	38.65	29.28	67	70	Restriksi Ringan	86.4	62	Obstruksi Sedang	Ya
15	AH	27	72	178	22.7	Lebih	Pra Kompresi	2	Ya	22.07	24.82	96	87	Normal	93.8	100	Normal	Ya
16	SUK	40	67	166	24.3	Lebih	Sintering	10	Tidak	14.32	6.11	69	68	Restriksi Ringan	84.3	77	Obstruksi Sedang	Tidak
17	ER	25	69	168	24.4	Lebih	Kompresi	2	Ya	42.57	29.28	93	91	Normal	85.5	90	Normal	Tidak
18	HS	38	58	161	22.4	Normal	Sintering	15	Tidak	66.46	6.11	73	71	Restriksi Ringan	87.06	85	Normal	Ya
19	DS	39	84	172	28.4	Lebih	Kompresi	15	Tidak	27.49	29.28	65	61	Restriksi Ringan	87	85	Obstruksi Sedang	Ya
20	MH	38	86	159	34	Lebih	Sintering	13	Tidak	55.68	6.11	57	59	Restriksi Berat	81.3	64	Obstruksi Sedang	Ya
21	DR	36	76	170	26.3	Lebih	Sintering	13	Tidak	48.66	6.11	71	75	Restriksi Ringan	79.8	59	Normal	Tidak
22	HW	43	63	174	20.8	Normal	Pra Kompresi	18	Tidak	1000	24.82	64	61	Restriksi Ringan	86.5	74	Obstruksi Sedang	Ya
23	MH	35	59	164	21.9	Normal	Kompresi	10	Tidak	1208.38	29.28	74	81	Normal	77.6	55	Normal	Ya
24	AM	29	54	168	19.1	Normal	Pra Kompresi	4	Ya	24.32	24.82	90	99	Normal	79	66	Normal	Tidak
25	SUP	37	48	162	18.3	Kurang	Kompresi	12	Ya	57.76	29.28	75	73	Restriksi Ringan	86.2	80	Normal	Ya
26	YZ	29	59	165	21.7	Normal	Pra Kompresi	8	Ya	42.91	24.82	85	91	Normal	82.3	67	Normal	Ya
27	HAM	36	73	168	25.9	Lebih	Sintering	18	Tidak	51.08	6.11	85	79	Restriksi Ringan	88.2	100	Normal	Ya
28	HER	31	49	162	18.7	Kurang	Kompresi	6	Tidak	57.93	29.28	82	78	Restriksi Ringan	91.8	96	Normal	Ya
29	SG	45	66	167	23.7	Lebih	Kompresi	20	Tidak	1000	29.28	77	79	Restriksi Ringan	79.5	70	Normal	Ya

30	NW	23	71	170	24.6	Lebih	Sintering	2	Ya	73.66	6.11	98	98	Normal	78	96	Normal	Ya
31	LA	35	53	163	19.9	Normal	Sintering	10	Tidak	25.24	6.11	65	66	Restriksi Ringan	84.5	60	Obstruksi Sedang	Ya
32	OVA	29	69	170	23.9	Lebih	Sintering	2	Ya	34.07	6.11	90	90	Normal	86.8	111	Normal	Ya
33	ARI	40	75	169	26.3	Lebih	Pra Kompresi	3	Tidak	14.99	24.82	76	78	Restriksi Ringan	80	68	Normal	YA
34	SJ	43	71	171	24.3	Lebih	Pra Kompresi	6	Ya	54.26	24.82	76	72	Restriksi Ringan	86	89	Normal	Ya
35	WAG	39	75	173	25.1	Lebih	Pra Kompresi	14	Tidak	32.57	24.82	69	68	Restriksi Ringan	84	75	Obstruksi Ringan	Tidak

LAMPIRAN 7

HASIL ANALISIS DEBU



KEMENTERIAN KETENAGAKERJAAN R.I.
DIREKTORAT JENDERAL PEMBINAAN PENGAWASAN KETENAGAKERJAAN
DAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
BALAI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA MEDAN
 Jl. Medan – Belawan Km 11,5 No. 64 Telp (061) 6853224 Fax (061)6850262 Medan Sumatera Utara

HASIL ANALISIS LABORATORIUM
NO : 20 F/LHU-LK/BK3-MDN/IV/2019

Nama Perusahaan : **Penelitian Mahasiswa – PT. Jui Shin Indonesia**
 Alamat : **Jl. Pulau Pini KIM Mabar, Kota Bangun, Medan Deli**
 Parameter Uji : **Kadar Debu Total**
 Tanggal Pengukuran : **22 Maret 2019**
 Metode Sampling : **Grab sampling** / tertimbang-waktu***
 Alat Ukur : **Filter debu dan Timbangan Analitik**
 Metode Analisis : **Gravimetri**
 Tanggal Analisis : **26 Maret 2019**

Tabel: Hasil Analisis Debu

No	Lokasi Pengukuran	Hasil Pengukuran	Satuan	Keterangan
1.	Area Pressing N : 03° 39' 51,24" E : 098° 41' 42,81"	29,2806	mg/m ³	-
2.	Conveyor Body Merah N : 03° 39' 50,99" E : 098° 41' 41,21"	24,8206	mg/m ³	-
3.	Area Packing N : 03° 39' 51,08" E : 098° 41' 50,00"	6,1082	mg/m ³	-

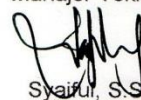
Keterangan :

* coret yang tidak sesuai

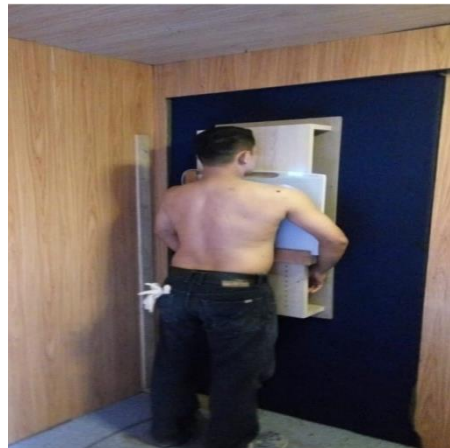
** Apabila grab sampling tidak bisa dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas

This result related to the sample(s) submitted only and the report cannot be reproduced in any way, except in full context and with the prior approval in writing from Balai Keselamatan dan Kesehatan Kerja Medan (Occupational Safety and Health of Medan)

Medan, 1 April 2019
 Manajer Teknis



Syaiful, S.S
 NIP. 19780506 200501 1 002

LAMPIRAN 8**A. Anamnesa, Pemeriksaan Fisik dan Foto Dada**

LAMPIRAN 9**B. Pemeriksaan spirometri dan pengukuran kadar debu keramik**

LAMPIRAN 10

C. Lokasi Pekerjaan

1. Prakompresi



2. Kompresi

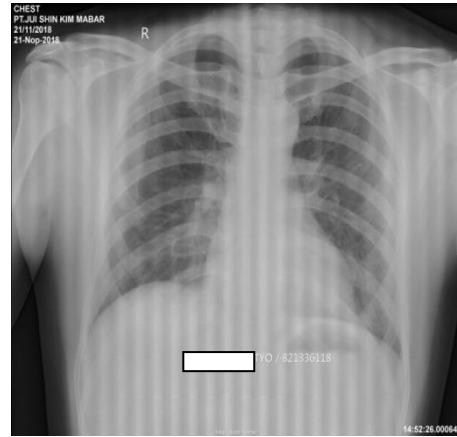
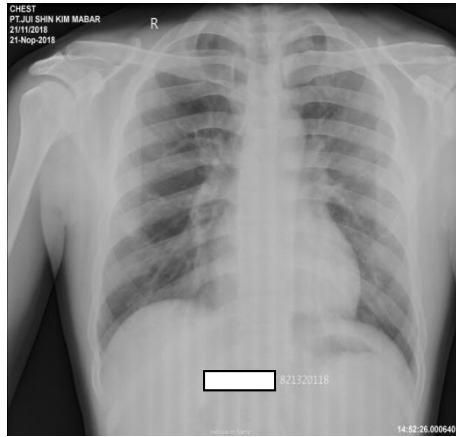


3. Sintering



LAMPIRAN 11

PNEUMOKONIOSIS



LAMPIRAN 9

STATISTIK

Frequencies

Interpretasi IMT

		Frequenc y	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normowei	13	37,1	37,1	37,1
	Obese	11	31,4	31,4	68,6
	Overweig	9	25,7	25,7	94,3
	Underwei	2	5,7	5,7	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Foto ILO

		Frequenc y	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	27	77,1	77,1	77,1
	Pneumoko	6	17,1	17,1	94,3
	TB	2	5,7	5,7	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Keluhan Respirasi

		Frequenc y	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ada	9	25,7	25,7	25,7
	Tidak Ad	26	74,3	74,3	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Crosstabs**Lokasi Kerja * Keluhan Respirasi****Crosstab**

Count

		KeluhanRespi		Total
		Ada	Tidak Ad	
LokasiKerja	Kompresi	4	9	13
	Pra Komp	3	8	11
	Sinterin	2	9	11
Total		9	26	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	,515 ^a	2	,773	,890
Likelihood Ratio	,533	2	,766	,890
Fisher's Exact Test	,604			,890
N of Valid Cases	35			

a. 3 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.83.

Lokasi Kerja * Foto ILO**Crosstab**

Count

		FotoILO			Total
		Normal	Pneumoko	TB	
LokasiKerja	Kompresi	12	0	1	13
	Pra Komp	8	3	0	11
	Sinterin	7	3	1	11
Total		27	6	2	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	5,158 ^a	4	,271	,277
Likelihood Ratio	7,764	4	,101	,137
Fisher's Exact Test	5,708			,137
N of Valid Cases	35			

a. 6 cells (66.7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .63.

Lokasi Kerja * Foto ILO kolaps**Crosstab**

Count

		FotoILOkolaps		Total
		Abnormal	Normal	
LokasiKerja	Kompresi	1	12	13
	Pra Komp	3	8	11
	Sinterin	4	7	11
Total		8	27	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	2,955 ^a	2	,228	,279
Likelihood Ratio	3,266	2	,195	,212
Fisher's Exact Test	2,998			,212
N of Valid Cases	35			

a. 3 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.51.

Lokasi Kerja

Descriptives

	LokasiKerja		Statistic	Std. Error		
FEV1	Kompresi	Mean	72,92	3,513		
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	65,27		
			Upper Bound	80,58		
		5% Trimmed Mean	73,19			
		Median	74,00			
		Variance	160,410			
		Std. Deviation	12,665			
		Minimum	48			
		Maximum	93			
		Range	45			
		Interquartile Range	14			
		Skewness	-,294	,616		
		Kurtosis	,340	1,191		
		Pra Komp	Pra Komp	Mean	79,36	3,123
				95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	72,41
Upper Bound	86,32					
5% Trimmed Mean	79,29					
Median	76,00					
Variance	107,255					
Std. Deviation	10,356					
Minimum	64					
Maximum	96					
Range	32					
Interquartile Range	20					
Skewness	,109			,661		
Kurtosis	-1,272			1,279		
Sinterin	Sinterin			Mean	81,45	4,485
				95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	71,46
		Upper Bound	91,45			
		5% Trimmed Mean	81,89			
		Median	85,00			
		Variance	221,273			
		Std. Deviation	14,875			
		Minimum	57			

	Maximum		98	
	Range		41	
	Interquartile Range		28	
	Skewness		-,287	,661
	Kurtosis		-1,532	1,279
FVCPred	Kompresi	Mean	73,85	3,710
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	65,76
			Upper Bound	81,93
		5% Trimmed Mean	74,38	
		Median	78,00	
		Variance	178,974	
		Std. Deviation	13,378	
		Minimum	47	
		Maximum	91	
		Range	44	
		Interquartile Range	20	
		Skewness	-,641	,616
		Kurtosis	-,172	1,191
	Pra Komp	Mean	79,64	3,752
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	71,28
			Upper Bound	88,00
		5% Trimmed Mean	79,60	
		Median	78,00	
		Variance	154,855	
		Std. Deviation	12,444	
		Minimum	61	
		Maximum	99	
		Range	38	
		Interquartile Range	23	
		Skewness	,063	,661
		Kurtosis	-1,455	1,279
	Sinterin	Mean	80,55	4,113
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	71,38
			Upper Bound	89,71
		5% Trimmed Mean	80,77	
		Median	79,00	
		Variance	186,073	

	Std. Deviation		13,641	
	Minimum		59	
	Maximum		98	
	Range		39	
	Interquartile Range		26	
	Skewness		-,143	,661
	Kurtosis		-1,557	1,279
Pra Komp	Mean		84,536	1,1724
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	81,924	
		Upper Bound	87,149	
	5% Trimmed Mean		84,329	
	Median		84,000	
	Variance		15,121	
	Std. Deviation		3,8885	
	Minimum		79,0	
	Maximum		93,8	
	Range		14,8	
	Interquartile Range		3,7	
	Skewness		1,108	,661
	Kurtosis		2,870	1,279
Sinterin	Mean		85,314	1,2447
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	82,540	
		Upper Bound	88,087	
	5% Trimmed Mean		85,421	
	Median		86,800	
	Variance		17,041	
	Std. Deviation		4,1280	
	Minimum		78,0	
	Maximum		90,7	
	Range		12,7	
	Interquartile Range		7,1	
	Skewness		-,590	,661
	Kurtosis		-,798	1,279
FEF2575 Kompresi	Mean		73,85	4,581
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	63,87	
		Upper Bound	83,83	
	5% Trimmed Mean		73,66	

	Median		70,00	
	Variance		272,808	
	Std. Deviation		16,517	
	Minimum		51	
	Maximum		100	
	Range		49	
	Interquartile Range		29	
	Skewness		,149	,616
	Kurtosis		-1,350	1,191
Pra Komp	Mean		77,45	3,404
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	69,87	
		Upper Bound	85,04	
	5% Trimmed Mean		76,84	
	Median		75,00	
	Variance		127,473	
	Std. Deviation		11,290	
	Minimum		66	
	Maximum		100	
	Range		34	
	Interquartile Range		20	
	Skewness		,784	,661
	Kurtosis		-,305	1,279
Sinterin	Mean		85,91	5,504
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	73,64	
		Upper Bound	98,17	
	5% Trimmed Mean		86,01	
	Median		93,00	
	Variance		333,291	
	Std. Deviation		18,256	
	Minimum		59	
	Maximum		111	
	Range		52	
	Interquartile Range		36	
	Skewness		-,453	,661
	Kurtosis		-1,296	1,279

Crosstabs**Lama kerja kolaps * Keluhan Respirasi****Crosstab**

Count

		KeluhanRespi		Total
		Ada	Tidak Ad	
lamakerjakolaps	>= 5 tahun	5	13	18
	< 5 tahun	4	13	17
Total		9	26	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,083 ^a	1	,774	1,000	,540
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,083	1	,774	1,000	,540
Fisher's Exact Test				1,000	,540
N of Valid Cases	35				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 4.37.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for lamakerjakolaps (>= 5 tahun / < 5 tahun)	1,250	,273	5,733
For cohort KeluhanRespi = Ada	1,181	,379	3,675
For cohort KeluhanRespi = Tidak Ad	,944	,640	1,394
N of Valid Cases	35		

Lama kerja kolaps * Foto ILO**Crosstab**

Count

		FotoILO			Total
		Normal	Pneumoko	TB	
lamakerjakolaps	>= 5 tahun	13	3	2	18
	< 5 tahun	14	3	0	17
Total		27	6	2	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)
Pearson Chi-Square	2,010 ^a	2	,366	,576
Likelihood Ratio	2,781	2	,249	,576
Fisher's Exact Test	1,725			,576
N of Valid Cases	35			

a. 4 cells (66.7%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .97.

Lama kerja kolaps * Foto ILO kolaps Crosstab

Count

		FotoILOkolaps		Total
		Abnormal	Normal	
lamakerjakolaps	>= 5 tahun	5	13	18
	< 5 tahun	3	14	17
Total		8	27	35

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	,509 ^a	1	,476	,691	,380
Continuity Correction ^b	,097	1	,756		
Likelihood Ratio	,514	1	,473	,691	,380
Fisher's Exact Test				,691	,380
N of Valid Cases	35				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.89.

b. Computed only for a 2x2 table