

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI PARU
PADA PEKERJA PEMECAH BATU DI KOTA BANDARLAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

EDMUNDO CAESARIO DWIPUTRA



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

**FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI PARU
PADA PEKERJA PEMECAH BATU DI KOTA BANDARLAMPUNG**

Oleh:

EDMUNDO CAESARIO DWIPUTRA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEDOKTERAN

Pada

Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

**:FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
FUNGSI PARU PADA PEKERJA PEMECAH
BATU DI KOTA BANDARLAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: Edmundo Caesario Dwiputra

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1518011100

Program Studi

: Pendidikan Dokter

Fakultas

: Kedokteran

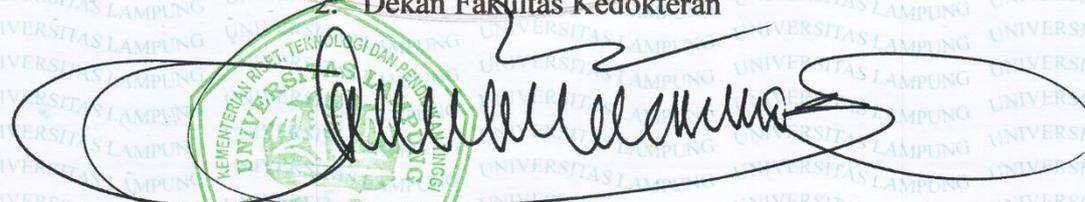
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


dr. Diana Mayasuri, S.Ked., M.K.K.
NIP.198409262009122002


dr. Dian Isti Angraini, S.Ked., M.P.H.
NIP.198308182008012005

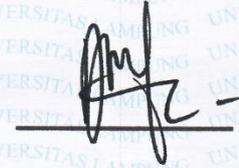
2. Dekan Fakultas Kedokteran


Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA.
NIP.197012082001128001

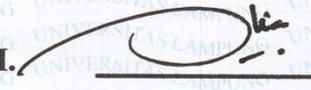
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

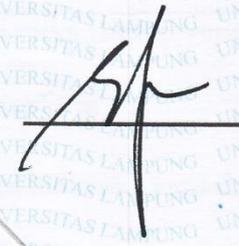
Ketua : dr. Diana Mayasari, S. Ked., M.K.K.



Sekretaris : dr. Dian Isti Angraini, S. Ked., M.P.H.



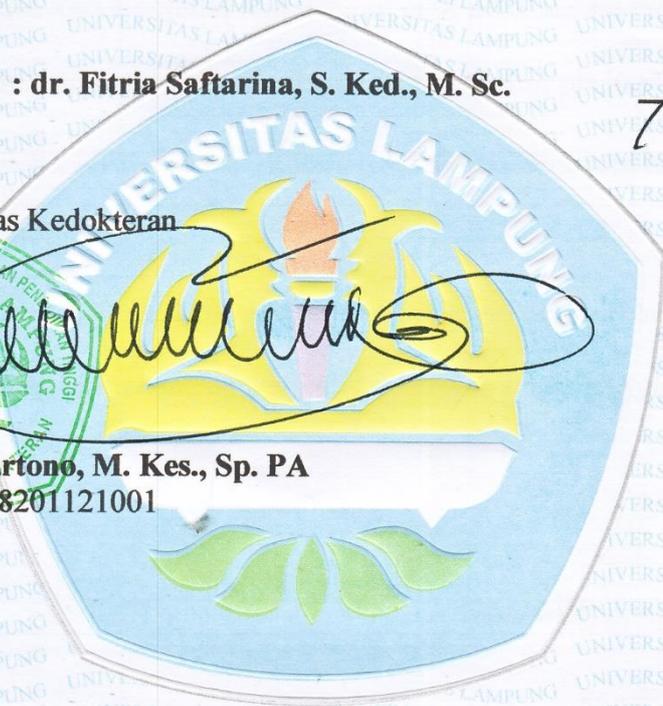
Penguji : dr. Fitria Saftarina, S. Ked., M. Sc.



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Muhartono, M. Kes., Sp. PA
NIP. 19701208201121001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 18 Januari 2019

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan yang sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI PARU PADA PEKERJA PEMECAH BATU DI KOTA BANDARLAMPUNG" adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diberikan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pertanyaan ini, apabila di kemudian hari ditemukan ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandarlampung, Januari 2019

Surat Pernyataan



Edmundo Caesario Dwiputra

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta, 04 Oktober 1997, merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari Bapak Harapan Ali Bernadus dan Ibu Bernadette Dwi.

Pendidikan taman kanak-kanak diselesaikan di TK Tarsisius Vireta Tangerang pada tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Tarsisius Vireta Tangerang pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Tarsisius Vireta pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Tarsisius Vireta pada tahun 2015. Tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur penerimaan SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen anatomi pada periode 2017-2018. Selain itu penulis aktif pada organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa sebagai *staff* ahli pada Biro *Fundraising* pada tahun 2015-2018.

SEBUAH PERSEMBAHAN SEDERHANA
UNTUK PAPA MAMA, KAKAK, DAN TEMAN-
TEMAN TERCINTA.....

"Tuhan tidak pernah lalai menepati janji-Nya,
sekalipun ada orang yang menganggapnya
sebagai kelalaian" (2 petrus 3:9a)

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala pertolongan dan kemudahan yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fungsi Paru Pada Pekerja Pemecah Batu di Kota Bandarlampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes, Sp.PA selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Para responden di Kelurahan Tanjung Gading dan Kelurahan Sukamenanti yang dengan tulus dan ikhlas membantu saya dan bersedia menjadi responden penelitian saya;
4. dr. Roro Rukmi Windi, S.Ked., M.Kes., Sp.A selaku Pembimbing Akademik atas waktu, nasihat, serta bimbingannya;
5. dr. Diana Mayasari, S.Ked., M.K.K. selaku Pembimbing Satu yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan bimbingan, kritik, saran dan nasihat yang bermanfaat dalam penelitian skripsi ini;

6. dr. Dian Isti Angraini, S.Ked., M.P.H. selaku Pembimbing Kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan masukan, kritik, saran dan nasihat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini;
7. dr. Fitria Saftarina, S.Ked., MSc selaku Pembahas skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu dan kesediannya untuk memberikan kritik, saran dan nasihat yang bermanfaat dalam proses penyelesaian skripsi ini;
8. Papa dan Mama tercinta, Bapak H. Ali Bernadus dan Ibu Bernadette Dwi, atas segala doa, cinta, kasih dan sayang serta segala dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan kepadaku hingga saat ini;
9. Kakak dan adik tercinta, mas onal, nungka, dan yungkayang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang;
10. Seluruh staf pengajar dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas segala ilmu dan bimbingan yang kelak akan digunakan sebagai bekal dalam menjalankan tugas sebagai dokter;
11. Sahabat-sahabat 7 star saya: Hendro, Zhafran, Sema, Anggita, Caca, Cece yang selalu mendukung dan selalu ada buat saya;
12. Teman-teman pembimbing 1 dan 2 saya: Emak nisper, Fidya, Aslam, Novijayanti, Agtara, Lidya, Syfa, bang Alvin;
13. Teman-teman permako medis 15 terutama: Christi, Efry, josi, cici selina, celine, dea chika, niko, ndon yang selalu mendukung saya;
14. Temen yang selalu membantu saya dalam hal skripsi terutama tentang rumus dan segala pengolahan data yaitu Sonia Anggraini;

15. Teman-teman Tutorial 2 semester 2 saya: Nabil, Maya, Iqbal, Awan, Norman, Jijah, Gita, Ami, Uni Pado, Novita, Dea yang selalu berbagi kisah pengalaman serta canda dan tawa;
16. Adik-adik tingkat: Eka Gunadi, Rafif, Asri, Monc, Oca, Ray, Restu, Ivy, Nares, Deo, Tondi, adik 2018 yang selalu mendukung dan berbagi cerita dan pengalaman;
17. Teman-teman Endomisium angkatan 2015 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;
18. Dan seluruh pihak yang terlibat dan membantu dalam setiap pembuatan skripsi maupun dalam kegiatan pembelajaran selama di FK yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan.

Akan tetapi, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna untuk pembaca.

Bandarlampung, Januari 2019

Penulis

Edmundo Caesario Dwiputra

ABSTRACT

FACTORS THAT INFLUENCE LUNG FUNCTION TO STONE CRUSHER IN BANDARLAMPUNG

BY

EDMUNDO CAESARIO DWIPUTRA

Background: Every job has potential hazards in the form of occupational diseases. Based on data from the International Labor Organization (ILO) (2013), 160 workers in the world suffer because occupational diseases. Occupational lung disease is one of the occupational diseases with an incidence 1:1000 mortality each year. Stone miners are informal sector that has a high risk to suffer occupational lung disease.

Method: The design of this study was observational analytic with cross sectional approach. There were 61 respondents who joined this research that taken using consecutive sampling. The study data were collected with questionnaire to assess working period, working time in a day, utilization of PPE, Brinkman Index to assess smoking habit, also Peak Flowmeter to measure lung function. The data analyzed using Chi Square Test with 95% CI ($\alpha = 5\%$).

Results: The results were 80,4% stone crusher had decreased of lung function with 54,1% working period >10 years, 75,4% working time ≥ 8 hours, 80,3% severe smoker, and 72,1% did not use PPE, there was relationship between working period ($p=0,001$), working time ($p=0,000$), smoking habit ($p=0,000$) and utilization of PPE ($p=0,000$) with lung function.

Conclusion: There is relationship between working period, working time, smoking habit and utilization of PPE with lung function.

Keywords: lung function, stone crusher, occupational diseases

ABSTRAK

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI FUNGSI PARU PADA PEKERJA PEMECAH BATU DI KOTA BANDARLAMPUNG

OLEH

EDMUNDO CAESARIO DWIPUTRA

Latar Belakang: Setiap pekerjaan memiliki potensi bahaya dalam bentuk penyakit akibat kerja. Berdasarkan data *International Labour Organization* (ILO) tahun 2013 menyatakan 160 pekerja di seluruh dunia mengalami sakit akibat kerja. Gangguan fungsi paru masih merupakan salah satu penyakit akibat kerja dengan insidensi yakni sekitar satu kasus per 1000 pekerja setiap tahun. Penambang batu merupakan pekerjaan pada sektor informal yang memiliki risiko tinggi terhadap penyakit paru akibat kerja karena inhalasi debu di lingkungan kerja.

Metode: Desain penelitian ini adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Terdapat 61 responden yang mengikuti penelitian ini yang diambil dengan menggunakan *consecutive sampling*. Data penelitian dikumpulkan dengan kuisioner untuk menilai masa kerja, lama kerja, dan penggunaan APD, Indeks *Brinkman* untuk menilai perilaku merokok serta *Peak Flowmeter* untuk menilai fungsi paru. Data diuji menggunakan *Chi Square Test* dengan CI 95% ($\alpha=5\%$).

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa 80,4% pekerja memiliki fungsi paru buruk dengan 54,1 % masa kerja >10 tahun, 75,4% lama kerja \geq 8 jam, 80,3% perokok kuat dan 72,1% tidak memakai pelindung pernafasan, terdapat hubungan antara masa kerja ($p=0,001$), lama kerja ($p=0,000$), perilaku merokok ($p=0,000$) dan penggunaan alat pelindung pernafasan ($p=0,000$) dengan fungsi paru.

Kesimpulan: Terdapat hubungan antara masa kerja, lama kerja, perilaku merokok, dan penggunaan alat pelindung pernafasan dengan fungsi paru.

Kata kunci: fungsi paru, penambang batu, penyakit akibat kerja

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Fungsi Paru	8
2.2 Cara Penilaian Fungsi Paru	13
2.3 Faktor yang mempengaruhi Penurunan Fungsi Paru	19
2.4 Silikosis	30
2.5 Batu Kapur	32
2.6 Indeks <i>Brinkman</i>	33
2.7 Kerangka Teori.....	34
2.8 Kerangka Konsep	35
2.9 Hipotesis Penelitian.....	35
III. METODE PENELITIAN	36
3.1 Desain Penelitian.....	36
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	36
3.4 Variabel Penelitian	39
3.5 Definisi Operasional Penelitian.....	39
3.6 Instrumen Penelitian & Teknik Pengambilan Data.....	40
3.7 Alur Penelitian	41

3.8 Pengolahan Data.....	42
3.9 Analisis Data	42
3.10 Etika Penelitian	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian.....	44
4.2 Pembahasan.....	52
4.3 Kelemahan Penelitian	66
V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Akurasi <i>peak flow meter</i>	19
2. Definisi operasional	39
3. Karakteristik usia responden	44
4. Distribusi frekuensi responden menurut masa kerja	45
5. Distribusi responden menurut lama kerja	45
6. Distribusi frekuensi responden menurut perilaku merokok	46
7. Distribusi frekuensi responden menurut penggunaan alat pelindung pernafasan	46
8. Distribusi frekuensi responden menurut fungsi paru	47
9. Hubungan masa kerja dengan fungsi paru	48
10. Hubungan lama kerja dengan fungsi paru.....	49
11. Hubungan perilaku merokok dengan fungsi paru	50
12. Hubungan penggunaan alat pelindung pernapasan dengan fungsi paru	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Pernafasan Manusia.....	9
2. Spirometri	16
3. <i>Peak flowmeter</i>	17
4. Cara menggunakan <i>peak flowmeter</i>	18
5. Kerangka Teori: Faktor yang Mempengaruhi Fungsi Paru modifikasi.	34
6. Kerangka Konsep	35
7. Alur Penelitian	41
8 Masker N95.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat izin penelitian

Lampiran 2 Surat telah melakukan penelitian

Lampiran 3 Surat persetujuan etik

Lampiran 4 Lembar penjelasan kepada calon responden

Lampiran 5 Lembar *informed consent*

Lampiran 6 Hasil analisis data penelitian

Lampiran 7 Dokumentasi penelitian

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan, manusia selalu melakukan berbagai macam aktivitas yang salah satunya adalah bekerja. Menurut data *International Labour Organization* (2015) jumlah angkatan kerja di Indonesia diperkirakan berjumlah sebesar 125,3 juta pada Februari 2014, atau naik 5,2 juta dibandingkan Agustus 2013. Sedangkan untuk tingkat partisipasi angkatan kerja diperkirakan sebesar 69,2 persen dan jumlah orang yang bekerja pada Februari 2014 mencapai 118,2 juta.

Setiap pekerjaan memiliki potensi bahaya dalam bentuk kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Besarnya potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja tergantung pada jenis produksi, teknologi yang dipakai, bahan yang digunakan, tata ruang, dan lingkungan bangunan serta kualitas manajemen dan tenaga-tenaga pelaksana (Kementrian Kesehatan RI, 2015). Berdasarkan data *International Labour Organization* (ILO) (2013) menyatakan 160 pekerja di seluruh dunia mengalami sakit akibat kerja. Selain itu, ILO mengungkapkan bahwa terjadinya kasus penyakit akibat hubungan kerja menyebabkan 300.000 kematian di seluruh dunia. Data menunjukkan bahwa penyebab utama kematian akibat PAK adalah kanker dengan persentase 34 % diikuti penyakit kardiovaskular sebesar 25 % dan penyakit saluran pernafasan sebesar 21 %

dengan pneumokoniosis dan silikosis sebagai penyebabnya. Gangguan fungsi paru masih merupakan salah satu masalah kesehatan dan penyakit akibat kerja yang banyak dialami pekerja sektor formal maupun informal yang mampu mempengaruhi produktivitas kerja. Penyakit paru akibat kerja memperlihatkan insidensi rata-rata yakni sekitar satu kasus per 1000 pekerja setiap tahun (Buchari, 2007; Suma'mur, 2009).

Untuk jumlah kasus penyakit akibat kerja di Indonesia sendiri periode 2011-2014 menunjukkan terjadinya penurunan angka yang cukup signifikan yakni dari 57.929 kasus pada tahun 2011 menjadi 40.696 kasus pada tahun 2014 dengan provinsi Jawa Tengah menjadi provinsi dengan kasus terbanyak pada 2011 dan Provinsi Bali pada tahun 2014. Untuk Provinsi Lampung sendiri pada tahun 2011-2014 jumlah kasus penyakit akibat kerja mengalami peningkatan yakni pada tahun 2011 berjumlah 309 kasus kemudian pada 2014 berjumlah 921 kasus (Kemenkes, 2015). Rendahnya jumlah kasus terkait penyakit akibat kerja tidak menggambarkan keadaan sesungguhnya, tetapi lebih pada tidak terdeteksi dan terdiagnosis. Jamsostek melaporkan tiap tahun terjadi hampir tidak ada laporan mengenai penyakit akibat kerja, hal ini karena kurangnya pengetahuan dokter untuk menegakkan diagnosis PAK (ILO, 2013).

Kegiatan penambangan merupakan sektor informal yang menjadi pilihan masyarakat Indonesia sebagai lahan untuk mencari pekerjaan. Peningkatan jumlah kaum miskin dan pengangguran berbanding lurus dengan kurangnya lapangan kerja. Keadaan ini dapat diminimalisir dengan tersedianya peluang kerja di sektor informal terutama pertambangan. Penambang batu merupakan

salah satu pekerjaan pada sektor informal yang memiliki risiko tinggi terhadap penyakit paru akibat kerja karena inhalasi debu di lingkungan kerja. Penambang batu sendiri terdiri dari pengangkut dan pemecah batu di dalamnya. Di antara patogen berbahaya yang terkandung pada tempat kerja penambang batu, debu silika merupakan agen yang dapat menyebabkan silikosis, salah satu penyakit paru akibat kerja (Jasminarti, 2016; Majanto, 2002).

Menurut penelitian Aghilinejad (2012) di Iran didapatkan bahwa dari 180 pemecah batu, 29 orang mengalami hasil fungsi paru yang abnormal dengan rincian 7 orang mengalami silikosis dan berakhir penyakit paru obstruksi kronis dan 4 orang mengalami silikosis dan berakhir dengan penyakit paru restriktif, 8 orang dengan gejala penyakit paru yakni batuk kronis, 4 orang dengan batuk dan sesak nafas dan 5 orang dengan sesak nafas. Hasil ini berbanding lurus dengan penelitian Mengkidi (2006) di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pemecah batu (*crusher*) kapur di PT. Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan memiliki penurunan fungsi paru sekitar 72,7% dalam masa kerja lebih dari lima tahun dari 11 sampel yang ada dengan rincian 8 orang mengalami penurunan fungsi paru serta 3 orang dengan fungsi paru yang normal.

Penurunan fungsi paru pada pekerja yang sering terpapar debu dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti penggunaan alat pelindung pernapasan, perilaku merokok, lama dan masa kerja. Perilaku penggunaan alat pelindung pernapasan pada pekerja pemecah batu masih dikatakan rendah,

hal ini dapat dilihat dari kontribusi kecelakaan dan penyakit akibat kerja antara 84-94 % di Indonesia. Faktor lain yang dapat meningkatkan pengaruh penurunan fungsi paru adalah pekerja pemecah batu dengan masa kerja 5-10 tahun didapatkan mengalami gangguan fungsi paru sekitar 89,29%. Pekerja yang terpapar debu hingga lebih 8 jam mengalami gangguan fungsi paru sekitar 90% sedangkan pekerja yang merokok sedang hingga berat mengalami gangguan fungsi paru sekitar 82,61% (Aunillah & Ardham, 2015).

Menurut data Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Lampung pada tahun 2018 di Kota Bandarlampung, terdapat tiga lokasi penambangan batu resmi dan berbadan hukum yang terdiri dari dua penambangan batu andesit, dan satu penambangan khusus tanah uruk. Sedangkan untuk lokasi penambangan batu kapur utama yang tidak resmi, masih tradisional dan tidak berbadan hukum terletak di Bukit Sukamenanti, Kecamatan Kedaton dan di Bukit Camang, Kelurahan Tanjung Gading, Kecamatan Kedamaian. Penambangan tersebut masih aktif hingga sekarang. Masih aktifnya lokasi tersebut dan semakin banyaknya penambang yang bekerja akibat kebutuhan batu yang terus meningkat membuat angka kejadian untuk kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja semakin meningkat (Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Lampung, 2018).

Banyaknya angka kejadian penyakit akibat kerja terutama gangguan fungsi paru sudah seharusnya menjadi pokok perhatian kepada pekerja sektor informal terutama pemecah batu dalam hal kesehatan di Kota Bandarlampung. Lokasi penelitian kali ini terletak di Bukit Sukamenanti dan Bukit Camang

Kota Bandarlampung. Berdasarkan hasil survei dan wawancara dengan kepala lingkungan dan ketua RT di lokasi tersebut didapatkan bahwa pemecah batu disana sudah melakukan pekerjaan itu dalam waktu yang cukup lama, selalu terpapar dengan debu di lingkungan pekerjaannya akibat kurangnya kepedulian terhadap penggunaan alat pelindung pernapasan. Sebagian besar pekerja di lokasi penelitian memiliki keluhan gangguan pernapasan seperti dispnea, dan batuk terus menerus. Selain itu belum adanya penelitian yang terkait gangguan fungsi paru akibat kerja pada pemecah batu maka hal ini menjadi dasar untuk peneliti melakukan penelitian ini.

Berdasarkan data diatas, maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi paru pada pekerja pemecah batu seperti penggunaan alat pelindung pernapasan, lama paparan, kebiasaan merokok, masa kerja pada lokasi tersebut sehingga nantinya mampu menurunkan angka mortalitas dan morbiditas penyakit paru akibat kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan sudah mulai banyak ditemukan kejadian kematian akibat kerja terutama penyakit paru akibat kerja dan belum jelasnya faktor yang mempengaruhinya terutama di Indonesia, maka pertanyaan peneliti adalah “Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui gambaran masa kerja pada pekerja pemecah batu
2. Mengetahui gambaran lama kerja pada pekerja pemecah batu
3. Mengetahui gambaran perilaku merokok pada pekerja pemecah batu
4. Mengetahui gambaran perilaku penggunaan alat pelindung pernapasan pada pekerja pemecah batu
5. Mengetahui gambaran fungsi paru pada pemecah batu
6. Mengetahui hubungan antara masa kerja dengan fungsi paru
7. Mengetahui hubungan antara lama kerja dengan fungsi paru
8. Mengetahui hubungan antara perilaku merokok dengan fungsi paru
9. Mengetahui hubungan antara penggunaan alat pelindung pernapasan pada pekerja dengan fungsi paru

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat:

1. Manfaat teoritis

Pada bidang okupasi dapat membantu mengurangi risiko penyakit akibat kerja terutama pada organ paru.

2. Manfaat praktis

1. Bagi peneliti/penulis, untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan mengenai penyakit akibat kerja yang ada pada pekerja pemecah batu serta dapat menerapkan ilmu yang didapat selama perkuliahan.
2. Bagi para pekerja, diharapkan untuk dapat melakukan tindak pencegahan agar dapat menurunkan angka kejadian penyakit akibat kerja.
3. Bagi Institusi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung diharapkan dapat menambah bahan kepustakaan.
4. Bagi Peneliti selanjutya, diharapkan dapat menjadi referensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi fungsi paru dan kecelakaan kerja pada pekerja pemecah batu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fungsi Paru

2.1.1 Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan terdiri dari organ-organ untuk pertukaran gas dan berfungsi sebagai "pompa" untuk menggerakkan paru-paru. "Pompa" tersebut terdiri dari dinding dada, otot-otot pernafasan, yang dapat meningkatkan dan menurunkan ukuran rongga dada, kemudian ada otak yang berfungsi mengendalikan otot serta saraf yang menghubungkan otak dan otot-otot pernafasan. Saat istirahat, manusia normal bernafas 12 sampai 15 kali semenit. Sekitar 500 mL udara per napas, atau 6 sampai 8 L / menit, pada saat inspirasi dan ekspirasi. Fungsi utama dari sistem pernafasan manusia adalah sebagai keluar masuknya udara ke paru-paru atau dalam arti menjaga tekanan udara di luar tubuh dan di dalam paru-paru, sebagai difusi O₂ dan CO₂ secara sederhana dan transpor O₂ dan CO₂ ke seluruh tubuh (Barrett, *et.al.*, 2016; Guyton & Hall, 2007).

Udara akan bercampur dengan gas di alveoli dan dengan difusi sederhana, O₂ memasuki darah di kapiler paru sementara CO₂

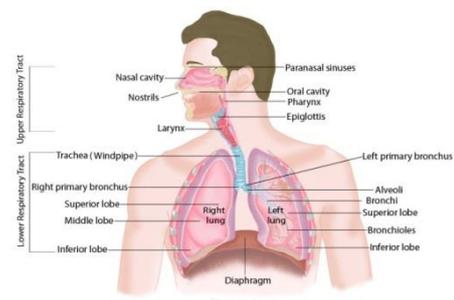
memasuki alveoli. Dengan cara ini, 250 mL O₂ memasuki tubuh per menit dan 200 mL CO₂ diekskresikan. Selain gas O₂ dan CO₂ terdapat gas lain, seperti metana dari usus, juga ditemukan di udara ekspirasi. Lebih dari 250 zat volatil yang berbeda telah diidentifikasi dalam napas manusia (Barrett, *et al.*, 2016).

2.1.2 Saluran Udara Pernafasan

Setelah melewati saluran hidung dan faring, udara akan dihangatkan dan mengeluarkan uap air, udara yang terinspirasi melewati trakea dan melalui bronkiolus, bronkiolus pernafasan, dan duktus alveolar ke alveoli, tempat pertukaran gas terjadi. Antara trakea dan kantung alveolar, saluran udara dibagi 23 bagian. 16 bagian pertama dari bagian-bagian ini membentuk zona konduksi saluran udara yang mengangkut gas dari dan ke luar paru-paru. Organ itu terdiri dari bronkus, bronkiolus, dan bronkiolus terminal. 7 lainnya yang tersisa membentuk zona peralihan dan berfungsi untuk pertukaran gas (Barrett *et al.*, 2016).

	Name of branches	Number of tubes in branch
Conducting zone	Trachea	1
	Bronchi	2
	Bronchioles	4
	Bronchioles	8
	Bronchioles	16
	Terminal bronchioles	32
Respiratory zone	Respiratory bronchioles	6×10^4
	Alveolar ducts	5×10^5
	Alveolar ducts	5×10^5
	Alveolar sacs	8×10^6

Source: Barrett JC, Barman GM, Bazzone S, Brooks HL. *Clinical Review of Medical Physiology*. www.accessmedicine.com
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.



Gambar 1. Sistem Pernafasan Manusia (Barrett *et al.*, 2016).

2.1.3 Mekanisme Ekspirasi dan Inspirasi Paru

Inspirasi adalah proses yang aktif. Kontraksi otot inspirasi meningkatkan volume *intrathoracic*. Tekanan intrapleural di dasar paru-paru, yang biasanya sekitar -2,5 mmHg (relatif terhadap atmosfer) pada awal inspirasi, berkurang menjadi sekitar -6 mmHg. Paru-paru ditarik ke posisi yang lebih luas. Tekanan di jalan napas menjadi sedikit negatif, dan udara mengalir ke paru-paru. Pada akhir inspirasi, *recoil* paru mulai menarik kembali dada ke posisi ekspirasi, sehingga tekanan pada paru-paru takan normal kembali dan akan menjaga keseimbangan dinding dada. Tekanan di jalan napas menjadi sedikit positif, dan udara mengalir keluar dari paru-paru. Ekspirasi saat bernapas tenang dan pasif akan membuat otot-otot pernafasan mengalami relaksasi yang dapat menurunkan volume *intrathoracic*. Namun, beberapa kontraksi otot inspirasi terjadi juga pada bagian awal ekspirasi. Kontraksi ini memberikan tindakan memperlambat masa ekspirasi. Upaya inspirasi yang kuat mengurangi tekanan intrapleural terhadap nilai serendah -30 mmHg, menghasilkan derajat inflasi paru yang lebih tinggi. Ketika ventilasi meningkat, tingkat deflasi paru juga meningkat dengan kontraksi aktif otot ekspirasi yang menurunkan volume *intrathoracic* (Barrett et al., 2016; Guyton A.C. and J.E. Hall, 2007).

2.1.4 Volume dan Kapasitas Paru

Menurut Guyton & Hall (2007) volume paru terbagi menjadi 4 bagian, yaitu:

1. Volume Tidal adalah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi pada setiap kali pernafasan normal. Besarnya ± 500 ml pada rata-rata orang dewasa.
2. Volume Cadangan Inspirasi adalah volume udara ekstra yang diinspirasi setelah volume tidal, dan biasanya mencapai ± 3000 ml.
3. Volume Cadangan Ekspirasi adalah jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum pada akhir ekspirasi normal, pada keadaan normal besarnya ± 1100 ml.
4. Volume Residu, yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat. Besarnya ± 1200 ml.

Kapasitas paru merupakan gabungan dari beberapa volume paru dan dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

1. Kapasitas Inspirasi, sama dengan volume tidal + volume cadangan inspirasi. Besarnya ± 3500 ml, dan merupakan jumlah 18 udara yang dapat dihirup seseorang mulai pada tingkat ekspirasi normal dan mengembangkan paru sampai jumlah maksimum.
2. Kapasitas Residu Fungsional, sama dengan volume cadangan inspirasi volume residu. Besarnya ± 2300 ml, dan merupakan besarnya udara yang tersisa dalam paru pada akhir ekspirasi normal.

3. Kapasitas Vital, sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan ekspirasi. Besarnya ± 4600 ml, dan merupakan jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkannya sebanyak-banyaknya.
4. Kapasitas Vital paksa (KVP) atau *Forced Vital Capacity* (FVC) adalah volume total dari udara yg dihembuskan dari paru-paru setelah inspirasi maksimum yang diikuti oleh ekspirasi paksa minimum. Hasil ini didapat setelah seseorang menginspirasi dengan usaha maksimal dan mengekspirasi secara kuat dan cepat.
5. Volume ekspirasi paksa satu detik (VEP1) atau *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV1) adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum per satuan detik. Hasil ini didapat setelah seseorang terlebih dahulu melakukakn pernafasan dalam dan inspirasi maksimal yang kemudian diekspirasikan secara paksa sekuat-kuatnya dan 19 semaksimal mungkin, dengan cara ini kapasitas vital seseorang tersebut dapat dihembuskan dalam satu detik.
6. Kapasitas Paru Total, sama dengan kapasitas vital + volume residu. Besarnya ± 5800 ml, adalah volume maksimal paru untuk berkembang bersama dengan inspirasi paksa. Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita $\pm 20 - 25\%$ lebih kecil daripada pria, dan lebih besar pada atlet dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis.

2.1.5 Gangguan Sistem Pernafasan

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

1. Akibat debu organik, misalnya debu kapas (Bisinosis), debu padi-padian (*Grain worker's disease*), debu kayu
2. Akibat debu anorganik (pneumokoniosis) misalnya debu silika (Silikosis), debu asbes (asbestosis), debu timah (Stannosis).
3. Penyakit paru kerja akibat gas iritan, 3 polutan yang paling banyak mempengaruhi kesehatan paru adalah sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂) dan ozon (O₃) Bila penyakit paru akibat kerja telah terjadi, umumnya tidak ada pengobatan yang spesifik dan efektif untuk menyembuhkannya (Easterbrook & Hill, 2009).

2.2 Cara Penilaian Fungsi Paru

Penilaian fungsi Paru dilakukan untuk mengevaluasi sistem pernafasan, atau kelainan yang berhubungan dengan fungsi paru. Selain itu penilaian fungsi paru juga berguna untuk pengobatan dan evaluasi gejala pernafasan seperti sesak nafas, batuk, untuk menilai praoperasi dan diagnosis penyakit seperti asma bronkial dan penyakit paru obstruktif. Instrumen atau alat yang dapat digunakan untuk menilai fungsi paru adalah menggunakan alat Spirometri dan *Peak Flow Meter*. Perbedaan kedua alat tersebut terlihat dari fungsi dari

alat tersebut. Jika Spirometri memiliki empat fungsi yakni *monitoring*, diagnostik, evaluasi kecacatan, dan kesehatan masyarakat. Sedangkan *Peak Flow Meter* hanya memiliki fungsi sebagai alat diagnostik yakni sebagai deteksi dini adanya risiko terkena penyakit paru (Harahap & Aryastuti, 2012).

2.2.1 Spirometri

Spirometri merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menilai fungsi paru. Alat ini digunakan oleh seorang dokter atau tenaga kesehatan terlatih untuk diagnosis dan memantau gejala pernapasan dan penyakit. Selain itu alat ini juga memiliki fungsi lainnya yakni sebagai alat diagnostik yang didalamnya meliputi fungsi evaluasi keluhan dan gejala (deformitas rongga dada, sianosis, penurunan suara nafas, perlambatan udara ekspirasi), menilai pengaruh penyakit pada fungsi paru, deteksi dini seseorang yang memiliki risiko menderita penyakit paru (perokok, pekerja yang sering terpajan substansi tertentu), dan pemeriksaan rutin risiko pra-pembedahan, menilai prognosis, dan menilai status kesehatan. Fungsi lainnya adalah sebagai alat *monitoring* yang digunakan untuk memantau perjalanan penyakit khususnya penyakit paru, sebagai alat untuk evaluasi kecacatan, dan kesehatan masyarakat (Harahap & Aryastuti, 2012).

Kontraindikasi Spirometri terbagi dalam kontra indikasi absolut dan relatif. Kontraindikasi absolut meliputi: Peningkatan tekanan intrakranial, *space occupying lesion* (SOL) pada otak, ablasio retina, dan lain-lain. Sedangkan yang termasuk dalam kontraindikasi relatif

antara lain: hemoptisis yang tidak diketahui penyebabnya, pneumotoraks, angina pectoris tidak stabil, hernia skrotalis, hernia inguinalis, hernia umbilikal, *Hernia Nucleous Pulposus* (HNP) tergantung derajat keparahan, dan lain-lain (Uyainah, *et.al.*, 2014).

2.2.1.1 Intepretasi Hasil Pemeriksaan

Sebelum melakukan interprestasi hasil pemeriksaan terdapat beberapa standar yang harus dipenuhi. *American Thoracic Society* (ATS) mendefinisikan bahwa hasil spirometri yang baik adalah suatu usaha ekspirasi yang menunjukkan gangguan minimal pada saat awal ekspirasi paksa, tidak ada batuk pada detik pertama ekshalasi paksa, dan memenuhi 1 dari 3 kriteria *valid end-of-test* yakni peningkatan kurva linier yang halus dari volumetime ke fase plateau dengan durasi sedikitnya 1 detik, jika pemeriksaan gagal untuk memperlihatkan gambaran plateau ekspirasi, waktu ekspirasi paksa/ *forced expiratory time* (FET) dari 15 detik atau ketika pasien tidak mampu atau sebaiknya tidak melanjutkan ekshalasi paksa berdasarkan alasan medis. Setelah standar terpenuhi, tentukan nilai referensi normal FEV1 dan FVC pasien berdasarkan jenis kelamin, umur dan tinggi badan (beberapa tipe spirometri dapat menghitung nilai normal dengan memasukkan data pasien) (Uyainah *et al.*, 2014).



Gambar 2. Spirometri (Harahap *et al.*, 2012).

2.2.2 Peak Flow Meter

Peak Flow Meter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur fungsi paru yang di dalamnya terdapat sebuah saluran dan terdapat pointer bergerak untuk menunjukkan sebuah zona. Diposisikan berdekatan dengan saluran nafas, dan memiliki indikator yang bergerak sejajar dengan saluran nafas. Setiap indikator digunakan untuk melihat, dua area yang dapat dibedakan secara visual untuk mendefinisikan suatu batas yang berhubungan dengan fungsi paru. Ini menunjukkan kepada pengguna kapan harus melakukan tindakan perbaikan (Adeniyi & Erhabor, 2011).

Dibandingkan dengan spirometri, pengukuran menggunakan *Peak Flow Meter*, membutuhkan waktu yang lebih singkat, tidak tergantung pada tenaga terlatih, serta mudah bagi pasien untuk melakukan dan lebih murah dibanding spirometri. Meski, tidak bisa diandalkan sebagai spirometri, PFM ini direkomendasikan untuk diagnosis *asthma* serta *skinning* Penyakit paru obstruksi (Thorat, *et.al.*, 2017).

Pada prinsipnya Peak Flow Meter memiliki sensitivitas sekitar 86% dan spesifitas 80 % untuk mendiagnosis penyakit yang berhubungan dengan fungsi paru. Alat ini digunakan untuk membantu menilai aliran udara yang masuk ke paru-paru dan membantu menilai tingkat obstruksi di sepanjang saluran nafas pada saat inspirasi dan ekspirasi maksimum. Walaupun keakuratannya masih dibawah spirometer tetapi Peak Flow Meter sudah cukup untuk menilai fungsi paru (Adeniyi & Erhabor, 2011; Thorat *et al.*, 2017).



Gambar 3. *Peak flowmeter* (Adeniyi & Erhabor, 2011).

2.2.3 Cara Menggunakan *Peak Flow Meter*

Cara menggunakan alat ini adalah atur kursor ke nol dan jangan sentuh kursor saat bernapas keluar, berdiri dan tahan peak flow meter secara horizontal di depan mulut. Tarik napas dalam-dalam dan tutup bibir dengan kuat di sekitar corong, pastikan tidak ada udara bocor di sekitar bibir. Bernapas sekeras dan secepat mungkin. Catat nomor yang ditunjukkan oleh kursor. Kembalikan kursor ke nol dan ulangi urutan ini dua kali lagi, sehingga mendapatkan tiga bacaan. Bacaan tertinggi

atau paling baik dari ketiga pengukuran tersebut adalah kapasitas fungsi paru yang sebenarnya (Adeniyi & Erhabor, 2011).

Intepretasi dari alat ini berdasarkan tiga zona yakni zona hijau dengan nilai FEV1/FVC sekitar 80 % berarti fungsi paru berjalan dengan sangat baik. Zona kuning dengan FEV1/FVC sekitar 50-79 % berarti fungsi paru mengalami penurunan dengan aktivitas terbatas, batuk kronis, dan terdapat gangguan tidur, terakhir adalah zona merah dengan FEV1/FVC kurang dari 50% berarti fungsi paru sudah mulai buruk (Adeniyi & Erhabor, 2011; Thorat *et al.*, 2017).



Gambar 4. Cara menggunakan *peak flowmeter* (Adeniyi & Erhabor, 2011).

2.2.3 Keakuratan *Peak Flow Meter*

Tabel 1. Akurasi *peak flow meter* (Thorat *et al.*, 2017).

Gejala	Sensitivitas (%)	Spesifitas (%)
Akurasi untuk Penyakit Paru Obstruksi		
Sesak nafas <i>grade 1</i>	97,30	75,61
Sesak nafas lebih dari 6 bulan	94,59	78,05
Batuk	93,24	78,05
Batuk lebih dari 6 bulan	89,86	82,93
Batuk kering	42,57	85,37
<i>Wheezing</i>	83,11	92,68
Akurasi Deteksi Asma		
<i>Wheezing</i>	89,57	39,39
Asma intermiten	92,17	87,88
Perokok	85,22	75,76
Riwayat Alergi	53,91	78,79
Usia kurang dari 40 tahun	28,70	90,91
Sesak usia kurang dari 40 tahun	66,09	87,88
Batuk usia kurang dari 40 tahun	68,70	87,88

2.3 Faktor yang mempengaruhi Penurunan Fungsi Paru

2.3.1 Usia

Usia nampaknya merupakan faktor penguat. Perubahan paru-paru tergantung pada usia dan akan memperlihatkan perbedaan. Kenaikan FEV1 dan FVC terjadi sejak lahir hingga usia 25 tahun, kemudian akan tetap stabil selama 5-10 tahun atau lebih, dan akan mulai menurun pada usia dewasa akhir sekitar 40-60 tahun. Studi populasi telah mengungkapkan hal itu. Penelitian lain mengakui bahwa pada fungsi paru-paru pria dewasa tidak berada dalam keadaan baik dan bahwa sebanyak 40% di antaranya memiliki perubahan yang signifikan, baik positif maupun negatif. Pengamatan sebelumnya dilakukan dalam

kelompok pria penambang batubara aktif, Secara profesional apabila terkena debu, akan mengindikasikan kurangnya perubahan FEV1 dan FVC sampai usia 34-60 tahun sekitar 20% subjek yang diteliti. FEV1 dan FVC pada orang dewasa berhubungan dengan tingkat maksimum yang dicapai, dan akan terus mengalami penurunan terus menerus seiring bertambahnya usia (Ostrowski & Barud, 2006).

2.3.2 Genetik

Pengaruh faktor genetik pada fungsi pulmonal, seperti yang ditunjukkan sebagian besar oleh FEV1 dan FVC, telah diteliti dalam beberapa penelitian. FVC diambil sebagai ukuran paru-paru dan FEV1 diambil sebagai laju aliran udara. Penelitian ini mempelajari gejala pernafasan dan fungsi paru pada 376 keluarga memiliki 816 anak. Mereka menyajikan hubungan yang sangat signifikan antara prevalensi mengi pada orang tua dan anak-anak mereka yang lebih muda. Mengi pada anak-anak juga secara bermakna dikaitkan dengan riwayat asma, dan paru-paru. Fungsi paru akan lebih rendah pada anak-anak dengan riwayat keluarga asma. Bahkan setelah diukur untuk tinggi badan, berat badan, usia, jenis kelamin, dan ras, fungsi paru anak berkorelasi secara signifikan dengan orang tua. Dalam 271 pasang orang tua dan Anak-anak ditemukan agregasi pada fungsi paru-paru dan habitus tubuh, perkiraan dari pewarisan sifat adalah 0,43 untuk FVC dan 0,42 untuk FEV1 jika orangtua tidak merokok dan 0,65 untuk FVC dan 0,44 untuk FEV1 jika kedua orang tua merokok (Ostrowski & Barud, 2006).

Faktor risiko genetik yang paling dipercaya saat ini adalah defisiensi α 1-antitripsin yang merupakan penghambat utama protease serin dalam sirkulasi. α 1-antitripsin adalah protein serum yang diproduksi oleh hepar dan pada keadaan normal terdapat di paru untuk menghambat kerja enzim elastase neutrofil yang destruktif terhadap jaringan paru. Penurunan kadar α 1- antitripsin sampai kurang dari 35% nilai normal (150-350 mg/dL) menyebabkan proteksi terhadap jaringan parenkim paru berkurang, terjadi penghancuran dinding alveoli yang bersebelahan, dan akhirnya menimbulkan penurunan dan kerusakan pada paru. Varian genetik α 1-antitripsin tersering adalah M, S dan Z. Alel M adalah normal sedang alel S dan Z berhubungan dengan defisiensi α 1 - antitripsin. Defisiensi α 1-antitripsin sedang paling sering disebabkan oleh genotip MS dan MZ (Supriyadi, 2013).

2.3.3 Merokok

Asap rokok dapat menimbulkan kerusakan lokal saluran pernapasan, seperti hilangnya fungsi silia. Silia berfungsi sebagai penghalau benda asing, sehingga benda asing dan polutan lain tidak akan mudah masuk ke dalam paru. Penurunan fungsi silia ini meningkatkan risiko terjadinya gangguan faal paru, karena debu dan polutan dapat dengan mudah masuk ke dalam paru. Teori ini jelas menyatakan bahwa asap rokok mampu mengakibatkan terjadinya penurunan faal paru, sehingga gangguan faal paru tidak hanya dialami pada perokok aktif dan mantan perokok, namun dapat juga dialami oleh perokok pasif (Aunillah & Ardani, 2015).

2.3.4 Lama Kerja dan Masa Kerja

Semakin lama waktu kerja seseorang, maka semakin tinggi pula tingkat risiko dalam terjadinya gangguan faal paru. Selain itu, juga menyatakan bahwa masa kerja menentukan lama kerja seseorang terhadap faktor risiko terpapar debu, sehingga semakin besar masa kerja seseorang maka semakin besar pula risiko terkena penyakit paru. Salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya gangguan faal paru pada pekerja yang terpapar debu adalah lama kerja. Menurut penelitian pekerja dengan masa kerja 5-10 tahun memiliki gangguan fungsi paru sebesar 89,29% dan yang lebih dari 10 tahun sebesar 75%. Efek gangguan kesehatan yang ditimbulkan dapat terjadi dalam jangka waktu tertentu, sehingga lama kerja dalam sehari belum tentu dapat digunakan sebagai indikator untuk menentukan gangguan kesehatan (Aunillah & Ardam, 2015; Suma'mur, 2009).

Gangguan faal paru merupakan efek dari pemajanan kronis, sehingga pengaruhnya dapat diketahui dalam waktu relatif lama. Hal ini menjelaskan bahwa penyebab gangguan faal paru tidak dapat dilihat hanya dari lama kerja sehari atau waktu pemajanan singkat, namun membutuhkan waktu yang relatif lama. Faktor lain yang diduga kuat memiliki hubungan dengan terjadinya gangguan faal paru pekerja adalah debu. Debu di lingkungan kerja diduga sebagai faktor potensial dalam menimbulkan gangguan faal paru pekerja (Aunillah & Ardam, 2015; Soeripto, 2008).

Masa kerja menentukan lama kerja seseorang terhadap faktor risiko terpapar debu, sehingga semakin besar lama kerja seseorang maka semakin besar pula risiko terkena penyakit paru (Suma'mur, 2009). Menurut penelitian Aunillah & Ardham (2015) Pekerja dengan lama kerja kurang dari 8 jam sehari lebih sedikit yang mengalami gangguan faal paru, sedangkan pekerja dengan lama paparan 8 jam sehari dan lebih dari 8 jam sehari ditemukan lebih banyak pekerja yang mengalami gangguan faal paru dengan persentase yang tidak berbeda jauh, yaitu 92,9% pekerja pada lama kerja 8 jam sehari dan 90% pekerja pada kelompok lama kerja lebih dari 8 jam dalam sehari.

2.3.5 Alat Pelindung Pernapasan

Alat pelindung pernapasan adalah alat perlengkapan pelindung pribadi yang digunakan oleh banyak pekerja untuk perlindungan area wajah (hidung dan mulut) dari percikan, semprotan, dan percikan cairan tubuh. Pelindung pernapasan ini umumnya tidak digunakan sendiri, tetapi bersama dengan peralatan pelindung lainnya yang diklasifikasikan sebagai peralatan pelindung diri tambahan (Roberge, 2017).

Pelindung pernapasan memberikan penghalang pada aerosol cairan dan debu yang umumnya dapat digunakan sebagai alternatif untuk memberikan perlindungan ke area wajah yang lebih luas. Namun, seperti yang disorot dalam laporan Institute of Medicine baru-baru ini, diketahui tentang efektivitas pelindung wajah dalam mencegah

penularan penyakit serta perlindungan terhadap material yang dapat mengganggu pernapasan. Penelitian melaporkan 96% dan 92% pengurangan risiko paparan inhalasi untuk pelindung wajah pada jarak 18 in (46 cm) dan 72 in (183 cm), masing-masing. Penurunan ukuran debu menjadi 3,4 μm mengakibatkan pelindung wajah memblokir 68% dari paparan inhalasi pada 18 in (46 cm) (Laney & Weissman, 2014; Roberge, 2017).

2.3.6 Ukuran Debu

Debu adalah suatu kumpulan yang terdiri dari berbagai macam partikel padat di udara yang berukuran kasar dan tersebar, yang biasa disebut dengan koloid. Debu umumnya berasal dari gabungan secara mekanik dari material yang berukuran besar (Kemenkes, 1996).

Menurut *Silica baseline survey Annex 3 Stonemasonry industry* debu yang memiliki ukuran 0,3 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ memiliki tingkat kefatalan kurang lebih 36 kasus sedangkan debu yang memiliki ukuran 0,01 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ menyumbang angka kefatalan sekitar 455 kasus (Easterbrook & Hill, 2009).

2.3.6.1 Macam-Macam Debu

Dari macamnya debu dikelompokkan ke dalam :

1. Debu Organik (debu kapas, debu dedaunan, tembakau dan sebagainya).
2. Debu Mineral (merupakan senyawa kompleks: SiO_2 , SiO_3 , arang batu) dan

3. Debu Metal (Debu yang mengandung unsur logam: Pb, Hg, Cd, Arsen).

2.3.6.2 Mekanisme Penimbunan Debu dalam Paru-Paru

Ada tiga mekanisme penimbunan debu didalam paru-paru :

1. Pengaruh inersia

Pengaruh inersia akan timbul kelembaban dari debu itu sendiri pada saat bergerak dan melalui belokan-belokan, maka akan lebih didorong oleh aliran udara. Pada sepanjang jalan pernapasan yang lurus akan langsung ikut dengan aliran lurus kedalam. Sedangkan partikel-partikel yang besar kurang sempat ikut dalam aliran udara, akan tetapi mencari tempat-tempat yang lebih ideal untuk menempel atau mengendap seperti pada tempat lekuk-lekuk pada selaput lender dalam saluran napas.

2. Pengaruh sedimentasi

Pengaruh sedimentasi terjadi di saluran-saluran pernapasan, kecepatan arus udara kurang dari 1 cm/detik, sehingga partikel-partikel tersebut melalui gaya berat dan mengendap.

3. Gerakan *Brown*

Gerakan *Brown* berlaku untuk debu-debu berukuran kurang dari 0,1 mikron melalui gerakan udara dan permukaan partikel debu yang masuk ke dalam tubuh khususnya, akan

mengganggu alveoli kemudian mengendap (Darmawan, 2015).

2.3.7 Gizi

Menurut Alsagaff (2009) menyatakan bahwa obesitas merupakan suatu masalah kesehatan, karena salah satu dampak obesitas adalah mengganggu kesehatan pernapasan. Seseorang dengan obesitas memiliki risiko tinggi mengalami gangguan faal paru, karena otot pernapasan pada orang obesitas harus bekerja lebih keras dibandingkan kerja otot pada orang normal.

Pada orang obesitas, adanya jaringan adiposa di sekitar tulang rusuk dan perut dan di rongga viseral memuat dinding dada dan mengurangi kapasitas residu fungsional (*functional residual capacity / FRC*). Pengurangan FRC dalam volume cadangan ekspirasi akan terdeteksi, bahkan pada kenaikan berat badan yang kurang signifikan. FRC yang rendah meningkatkan risiko keterbatasan aliran ekspirasi dan penutupan jalan napas. Penurunan volume ekspirasi ditandai dengan kelainan pada distribusi ventilasi, penutupan saluran udara di zona paru-paru dan ketidaksempurnaan perfusi ventilasi. Penutupan saluran nafas yang lebih besar saat pernapasan juga dikaitkan dengan penurunan saturasi oksigen. Bronkokonstriksi juga merupakan efek pada orang obesitas. Dengan demikian obesitas memiliki efek pada fungsi paru-paru yang dapat mengurangi kesehatan terutama kesehatan paru-paru (Salome *et.al*, 2010).

2.3.8 Penyakit yang mempengaruhi Fungsi Paru

Penyakit yang sering mempengaruhi fungsi paru seperti penyakit pada sistem pernafasan dan kardiovaskular meliputi Asma bronkial, Penyakit Paru Obstruksi Kronis, serta Tuberkulosis Paru.

2.3.8.1 Asma Bronkial

Asma merupakan inflamasi kronik saluran napas. Berbagai sel inflamasi berperan terutama sel mast, eosinofil, sel limfosit T, makrofag, neutrofil dan sel epitel. Faktor lingkungan dan berbagai faktor lain berperan sebagai penyebab atau pencetus inflamasi saluran napas pada penderita asma. Inflamasi terdapat pada berbagai derajat asma baik pada asma intermiten maupun asma persisten. Pencetus serangan asma dapat disebabkan oleh sejumlah faktor antara lain alergen, virus, iritan yang dapat menginduksi respons inflamasi akut. Studi epidemiologi menunjukkan asma *underdiagnosed* di seluruh dunia, disebabkan berbagai hal antara lain gambaran klinis yang tidak khas dan beratnya penyakit yang sangat bervariasi, serta gejala yang bersifat episodik sehingga penderita tidak merasa perlu ke dokter. Diagnosis asma didasari oleh gejala yang bersifat episodik, gejala berupa batuk, sesak napas, mengi, rasa berat di dada dan keadaan yang berkaitan dengan cuaca, dan biasanya gejala tersebut diperberat pada malam hari. Anamnesis yang baik cukup untuk menegakkan diagnosis, ditambah dengan pemeriksaan jasmani dan pengukuran faal paru terutama

reversibiliti kelainan faal paru, akan lebih meningkatkan nilai diagnostik.(Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia, 2003).

2.3.8.2 Penyakit Paru Obstruksi Kronis

Pada bronkitis kronik terdapat pembesaran kelenjar mukosa bronkus, metaplasia sel goblet, inflamasi, hipertrofi otot polos pernapasan serta distorsi akibat fibrosis. Emfisema ditandai oleh pelebaran rongga udara distal bronkiolus terminal, disertai kerusakan dinding alveoli. Obstruksi saluran napas pada PPOK bersifat ireversibel dan terjadi karena perubahan struktural pada saluran napas. Penyebab utama PPOK adalah merokok, terpapar karena pekerjaan terhadap bahan – bahan seperti debu batu bara, batu kapur, konsentrasi yang tinggi dari partikulat SO₂ dan NO₂. Selain itu diagnosis juga dapat ditegakkan dengan gejala batuk terus-menerus dengan atau tanpa dahak, sesak nafas dengan tanpa adanya bunyi mengi. Pada emfisema ditandai dengan Gambaran gambaran yang khas seperti penderita kurus, kulit kemerahan dan pernapasan *pursed - lips breathing*, sedangkan pada bronkitis kronik memiliki gambaran penderita gemuk sianosis, terdapat edema tungkai dan ronki basah di basal paru, sianosis sentral dan perifer (Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia, 2003; Yulaekah, 2007).

2.3.8.3 Tuberkulosis Paru

Paru merupakan port d'entrée lebih dari 98% kasus infeksi TB. Karena ukurannya yang sangat kecil, kuman TB dalam percik renik (droplet nuclei) yang terhirup, dapat mencapai alveolus. Masuknya kuman TB ini akan segera diatasi oleh mekanisme imunologis non spesifik. Lokasi pertama koloni kuman TB di jaringan paru disebut Fokus Primer GOHN. Gejala klinis TB Paru dapat dibagi menjadi dua golongan yakni gejala respiratorik dan gejala sistemik. Gejala respiratorik berupa batuk lebih dari dua minggu, batuk mengandung lendir darah, sesak nafas dan nyeri dada sedangkan untuk gejala sistemik berupa demam, malaise, keringat malam, serta anoreksia dan penurunan berat badan yang drastis. Selain dari gejala klinis tersebut penegakan diagnosis Tuberkulosis Paru dapat dikonfirmasi dengan pemeriksaan sputum Basil Tahan Asam SPS (Sewaktu-Pagi-Sewaktu) dengan interpretasi apabila dalam 3 kali pemeriksaan positif atau 2 kali positif dan satu negatif berarti BTA positif, sedangkan jika 1 kali pemeriksaan positif dan 2 kali negatif ulangi pemeriksaan BTA 3 kali kemudian jika 1 kali pemeriksaan positif, 2 kali negatif berarti BTA positif dan apabila ketiga pemeriksaan negatif berarti BTA negatif dan bukan TB paru. (Werdhani, 2011).

2.4 Silikosis

Pneumokoniosis merupakan suatu kelainan yang terjadi akibat penumpukan debu dalam paru yang menyebabkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut. Reaksi utama akibat pajanan debu di paru adalah fibrosis. Pneumokoniosis digunakan untuk menyatakan berbagai keadaan berikut: kelainan yang terjadi akibat pajanan debu anorganik seperti silika (silikosis), asbes (asbestosis), timah (stanosis), dan kelainan yang ditimbulkan oleh debu organik seperti kapas (bisinosis). Silikosis adalah salah satu bentuk pneumokoniosis terbanyak yang disebabkan oleh inhalasi dari debu kristal silika, ditandai dengan inflamasi dan jaringan parut dalam bentuk lesi nodular di lobus atas paru (Eryani, 2015).

Silikosis dikarakteristikan dengan sesak napas, demam, dan sianosis. Debu silika bebas ini banyak terdapat di pabrik besi dan baja, keramik, pengecoran beton, bengkel yang mengerjakan besi (mengikir, menggerinda, dll). Selain dari itu, debu silika juga banyak terdapat di tempat penampang bijih besi, timah putih, dan tambang batubara (Eryani, 2015; Susanto, 2011).

Gejala sering kali timbul sebelum kelainan radiologis seperti batuk produktif yang menetap dan sesak nafas saat beraktifitas. Pada silikosis tingkat sedang, perubahan struktur paru-paru mudah sekali terlihat dengan pemeriksaan foto toraks. Silikosis tingkat berat ditandai dengan sesak nafas kemudian diikuti dengan hipertropi jantung sebelah kanan yang akan mengakibatkan kegagalan kerja jantung. Dari semua pneumokoniosis, silikosis merupakan penyakit yang terparah. Hal ini disebabkan silikosis bersifat progresif, artinya jika

pajanan dihentikan maka pneumokoniosis tetap akan berlanjut (Harrington, 2005).

2.4.1 Patofisiologi Silikosis

Patofisiologi silikosis melibatkan pengendapan partikel pada alveoli dan sulit untuk dibersihkan oleh mekanisme pertahanan tubuh. Penimbunan partikel-partikel ini merangsang pemanggilan makrofag alveolar sebagai respon tubuh dan memicu munculnya sebuah respon inflamasi, yang merangsang fibroblas untuk berkembang biak dan menghasilkan kolagen. Partikel silika diselimuti oleh kolagen yang mengarah ke karakteristik lesi fibrosis dan nodular penyakit. Mediator-mediator inflamasi (mis., sitokin proinflamasi) berkontribusi peradangan paru dan fibrosis. Namun, ketidakhadiran reseptor utama yang memainkan peran penting dalam membersihkan silika pada paru akan meningkatkan peradangan tapi tidak membuat fibrosis. Peradangan dan fibrosis terjadi secara independen dari sel T, B, NK *cell*. Peradangan paru juga tergantung pada IFN- γ , tapi bukan IL-4 atau IL-13 atau IL-12. Sesuai dengan anti-potensi inflamasi, IL-10 membantu membatasi respons inflamasi yang diinduksi silika namun menguatkan respons fibrotik (Pollard, 2016).

2.4.2 Tatalaksana Silikosis

- Pengawasan dan pemeriksaan kesehatan secara berkala bagi pekerja akan sangat membantu pencegahan dan penanggulangan penyakit-penyakit akibat kerja. Penggunaan *Chest X-Ray* sangat esensial untuk menegakkan diagnosis Silikosis. Gambaran yang diperoleh adalah Gambaran *egg shell* akibat kalsifikasi pada limfa nodi hilus. Pengobatan yang terpenting adalah menghilangkan sumber pemaparan dari bahan penyebab. Untuk meringankan gejala, biasanya diberikan bronkodilator, baik dalam bentuk hirup (albuterol) maupun tablet (*theophylline*). Pada kasus yang lebih berat bisa diberikan *corticosteroid*. Untuk tatalaksana non farmakologisnya adalah pekerja yang sudah terdeteksi penyakit harus dihentikan paparan dengan debu silika, perbaikan sistem untuk ventilasi (umum dan ruang kerja), edukasi menggunakan APD yang dibuat peraturan. Dijelaskan mengenai pentingnya menggunakan APD dan sanksi jika tidak menggunakan, pemeriksaan kesehatan berkala tiap 6 bulan. Perusahaan harus rutin mengukur kadar debu dalam (Darmawan, 2015).

2.5 Batu Kapur

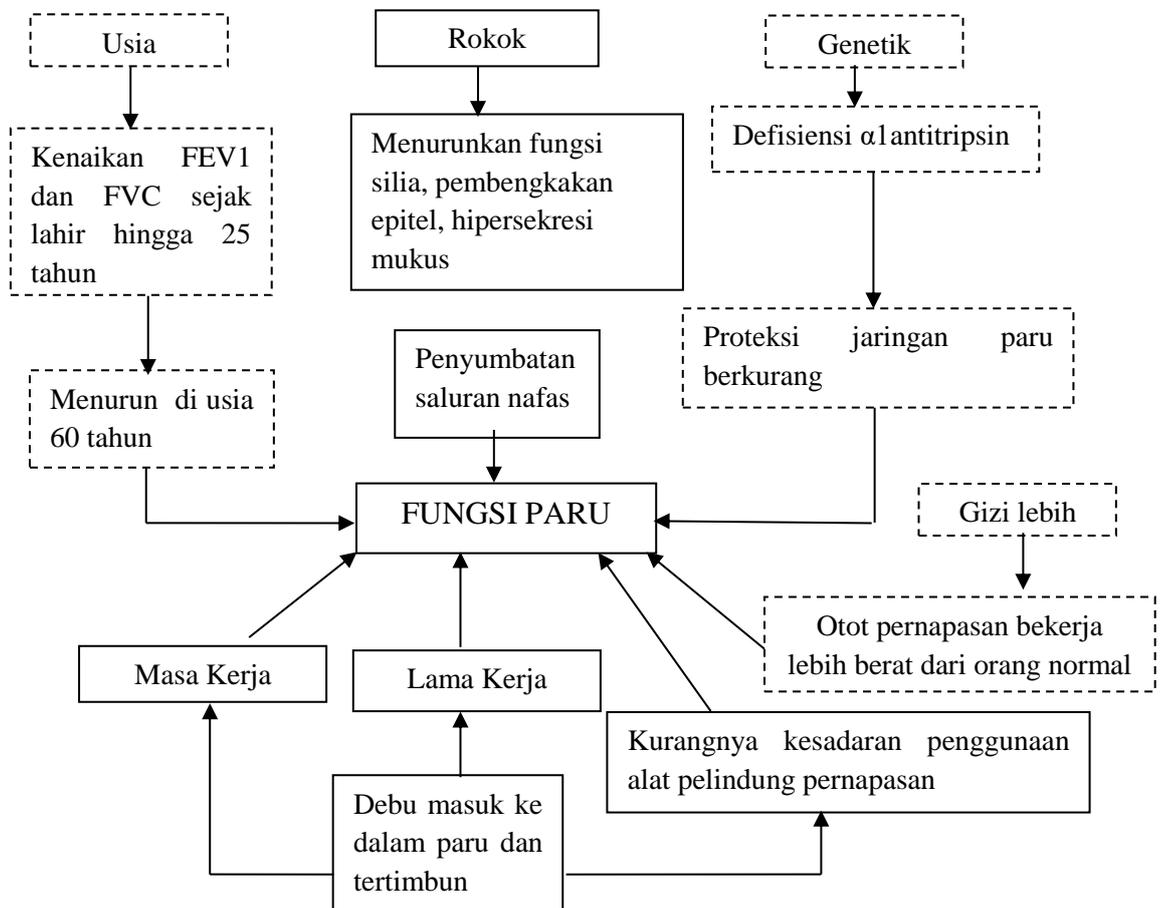
Batu Kapur memiliki istilah komersil bernama batu gamping. Batu gamping merupakan bahan padat yang sebagian besar terdiri dari komposisi mineral karbonat mempunyai peranan sangat penting sebagai bahan bangunan dan mempunyai warna bermacam-macam (putih, abu-abu, kuning tua, jingga, dan abu-abu kebiruan). Batu gamping dibagi menjadi 2 golongan besar, yaitu batu gamping klastik yang merupakan hasil sedimentasi dan gamping non klastik

yang merupakan hasil kegiatan organisme. Berdasarkan analisa kimia laboratorium geokimia Direktorat Vulkanologi Yogyakarta terhadap contoh batu gamping diketahui bahwa unsur kimia terbanyak dari batu gamping adalah CaO, SiO₂, MgO, dan unsur lain. Silica bebas (SiO₂) merupakan salah satu penyebab penyakit Silikosis, suatu penyakit yang menyebabkan penimbunan debu dalam paru-paru. Selain itu kandungan CaO yang terhirup dalam batu gamping akan menimbulkan iritasi pada paru dan dapat menyebabkan luka pada nasal septum (hidung) serta gangguan paru – paru seperti batuk dan sukar bernapas (Hapsari, 2009; Yulaekah, 2007).

2.6 Indeks *Brinkman*

Derajat merokok menurut Indeks Brinkman adalah hasil perkalian antara lama merokok dengan rata-rata jumlah rokok yang dihisap perhari. Jika hasilnya kurang dari 200 dikatakan perokok ringan, jika hasilnya antara 200 – 599 dikatakan perokok sedang dan jika hasilnya lebih dari 600 dikatakan perokok berat. Semakin lama seseorang merokok dan semakin banyak rokok yang dihisap perhari, maka derajat merokok akan semakin berat (Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia, 2003).

2.7 Kerangka Teori



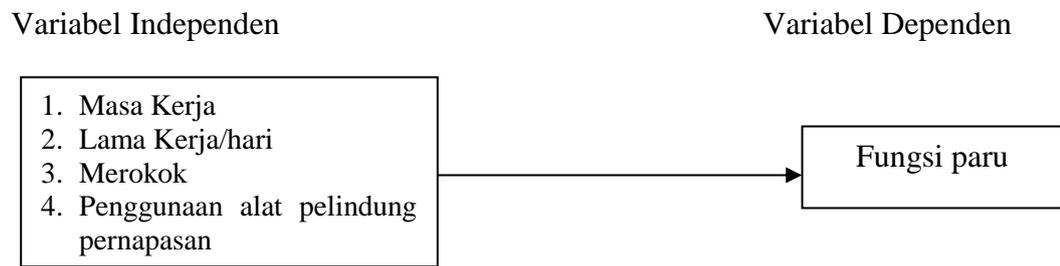
Gambar 5. Kerangka Teori: Faktor yang Mempengaruhi Fungsi Paru (Darmawan, 2015)

modifikasi.

Keterangan :

- > Variabel yang tidak diteliti
- > Variabel yang diteliti

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 6. Kerangka Konsep

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ho :Tidak terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi paru.
Ha :Terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi paru.
2. Ho :Tidak terdapat hubungan antara lama kerja dengan fungsi paru.
Ha : Terdapat hubungan antara lama kerja dengan fungsi paru.
3. Ho :Tidak terdapat hubungan antara merokok dengan fungsi paru.
Ha :Terdapat hubungan antara merokok dengan fungsi paru.
4. Ho :Tidak terdapat hubungan antara penggunaan alat pelindung pernapasan dengan fungsi paru.
Ha :Terdapat hubungan antara penggunaan alat pelindung pernapasan dengan fungsi paru.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode observasional-analitik dengan pendekatan *cross sectional* yaitu salah satu bentuk studi observasional yang dilakukan pengukuran variabel-variabelnya dan mencari hubungan antar variabel hanya satu kali (Sastroasmoro & Ismael, 1995) dengan mengumpulkan data, wawancara serta sekaligus menilai fungsi paru menggunakan alat *Peak Flow meter* pada waktu yang sudah ditentukan dan mencari hubungan antar variabel pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kelurahan Sukamenanti, Kecamatan Kedaton, dan Kelurahan Tanjung Gading Kecamatan Kedamaian Bandarlampung pada bulan September tahun 2018.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi penelitian merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek dan subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik

kesimpulannya (Sugiyono, 2012). Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pekerja pemecah batu di Bandarlampung.

3.3.1.1 Populasi Target

Populasi target dari penelitian ini adalah pekerja pemecah batu.

3.3.1.2 Populasi Terjangkau

Populasi terjangkau pada penelitian ini adalah pekerja pemecah batu di Kelurahan Sukamenanti, Kecamatan Kedaton, dan Kelurahan Tanjung Gading, Kecamatan Kedamaian, Kota Bandarlampung.

3.3.2 Sampel

Sampel dari penelitian ini yaitu pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung. Metode pengambilan sampel menggunakan *Consecutive Sampling* yang berarti semua pekerja yang masuk dalam kriteria inklusi akan menjadi sampel penelitian. Untuk menentukan jumlah sampel minimal pada penelitian ini dengan α sebesar 0,05 dan Z_{α} sebesar 1,960, dan menggunakan rumus persamaan analitis kategorik tidak berpasangan menurut Dahlan (2010) sebagai berikut:

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha} \sqrt{2PQ} + Z_{\beta} \sqrt{P_1Q_1 + P_2Q_2}}{P_1 - P_2} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,96 \sqrt{2 \times 0,5 \times 0,5} + 0,842 \sqrt{0,64 \times 0,36 + 0,36 \times 0,64}}{0,28} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{2,078}{0,28} \right)^2$$

$n=55,07$ dibulatkan menjadi 55 orang

Maka dari hasil perhitungan sampel minimal adalah 55 orang. Untuk menghindari *drop out* maka sampel ditambah 10 % dari perhitungan sehingga total sampel sebanyak 61 orang. Proporsi sampel penelitian di kedua kelurahan sebagai berikut:

$$A: \frac{30}{90} \times 100\% = 33,3 \%$$

$$B: \frac{60}{90} \times 100\% = 66,6 \%$$

$$\text{Proporsi sampel di Kelurahan Sukamenanti (A): } \frac{33,3}{100} \times 61 = 20,31$$

$$\text{Proporsi sampel di Kelurahan Tanjung Gading (B): } \frac{66,6}{100} \times 61 = 40,626$$

Jadi proporsi sampel penelitian di Kelurahan Sukamenanti berjumlah 20 orang sedangkan untuk Kelurahan Tanjung Gading berjumlah 41 orang.

3.3.2.1 Kriteria Inklusi

- a. Bersedia menandatangani *informed consent*
- b. Pekerja dengan jenis kelamin Laki-laki
- c. Berusia 15-60 tahun

3.3.2.2 Kriteria Eksklusi

- a. Tidak masuk kerja pada saat pengambilan data
- b. Pernah didiagnosis penyakit pernafasan dan penyakit kardiovaskular seperti Asma Bronkial, Penyakit Paru Obstruksi Kronis, Tuberkulosis Paru (Mengkidi, 2006).

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian terdiri dari:

1. Variabel bebas (*independent variable*) dalam penelitian ini adalah masa kerja, merokok, lama kerja, dan pemakaian alat pelindung pernafasan.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah fungsi paru.

3.5 Definisi Operasional Penelitian

Tabel 2. Definisi operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
Merokok	Tindakan mengisap rokok yang salah satunya produk tembakau yang dihasilkan dari tanaman <i>nicotina tabacum</i> , <i>nicotina rustica</i> , dan spesies lainnya atau sintesisnya yang asapnya mengandung nikotin dan tar, dengan atau tanpa bahan lainnya (Kemenkes, 2014).	Kuisoner Indeks <i>Brinkman</i>	1. Perokok Ringan (0-200) 2. Perokok Sedang (200-600) 3. Perokok Kuat (>600) (Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia, 2003).	Skala Ordinal
Masa Kerja	Jangka waktu tertentu seseorang yang telah bekerja dalam suatu tempat (KBBI, 2016).	Wawancara	1. 5-10 tahun 2. >10tahun (Aunillah & Ardham, 2015).	Skala Ordinal
Lama kerja	Lamanya seseorang bekerja dalam satu hari untuk memperoleh pendapatan (BPS, 2017).	Wawancara	1. < 8jam 2. ≥ 8 jam (Aunillah & Ardham, 2015).	Skala Ordinal

Penggunaan Alat Pelindung Pernapasan	Penggunaan alat pada pekerja untuk melindungi area wajah terutama pada mulut dan hidung dari percikan, semprotan, gas, <i>fumes</i> untuk meningkatkan kualitas bekerja (Roberge, 2017).	Wawancara/ obsevasi langsung	1. Memakai 2. Tidak memakai (Aunillah & Ardham, 2015).	Skala Nominal
Fungsi Paru	Tempat pertukaran antara O ₂ dan CO ₂ pada saat inspirasi dan ekspirasi berlangsung (Adeniyi & Erhabor, 2011).	<i>Peak Flow Meter</i>	1. Zona Hijau: Fungsi Paru dalam keadaan baik (normal) (80-100%) 2. Zona Kuning: Fungsi Paru mengalami penurunan fungsi sedang dengan aktivitas terbatas (50-79%) 3. Zona Merah: Fungsi Paru mengalami penurunan secara berat (buruk). (<50%) (Adeniyi & Erhabor, 2011).	Skala Ordinal

3.6 Instrumen Penelitian & Teknik Pengambilan Data

3.6.1 Instrumen Penelitian

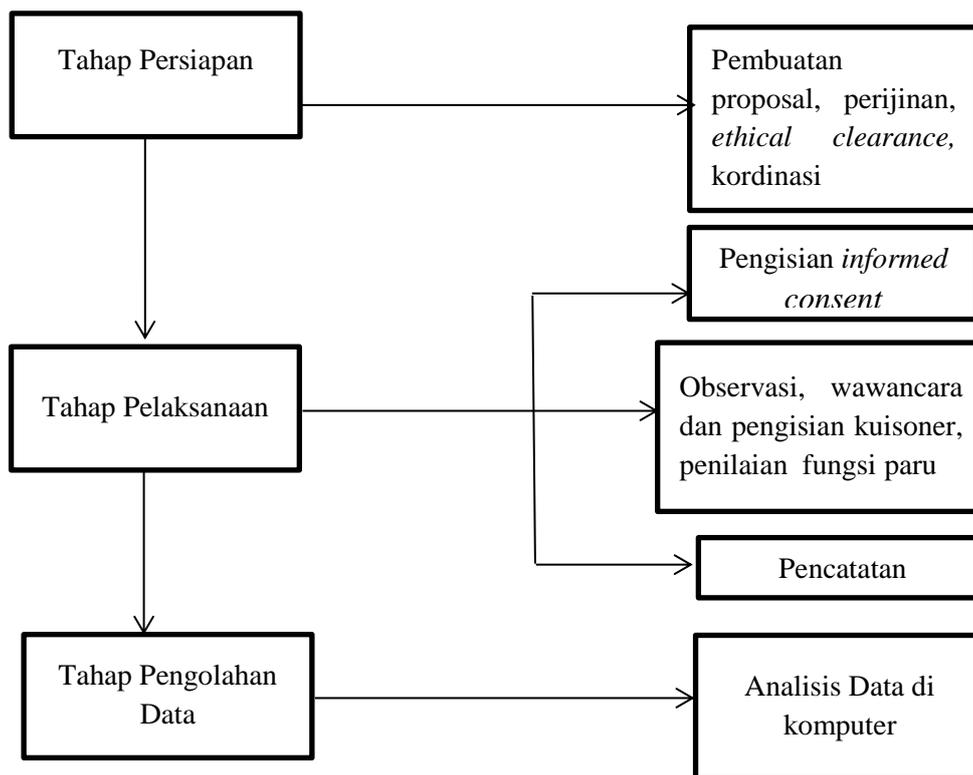
Instrumen yang diperlukan dalam penelitian ini adalah

1. *Form* / kuisioner untuk wawancara dan mengisi data pribadi sampel penelitian
2. Kuisioner Indeks *Brinkman* (Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia, 2003)
3. Alat bantu *Peak Flow Meter*

3.6.2 Teknik Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diambil melalui proses mengisi kuisioner serta wawancara untuk menilai pekerja tersebut sebagai perokok ringan ataupun perokok kuat, masa kerja sebagai pemecah batu, lama kerja dalam satu hari, dan penggunaan alat pelindung pernapasan saat bekerja serta penilaian langsung untuk menilai fungsi paru menggunakan alat ukur fungsi paru yakni *Peak Flow Meter*. Data sekunder diambil dari data jumlah penambang batu di lokasi penelitian.

3.7 Alur Penelitian



Gambar 7. Alur Penelitian

3.8 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan apabila data sudah terkumpul dan akan diubah ke dalam bentuk tabel dan diolah menggunakan program komputer. Proses tersebut terdiri dari beberapa langkah yakni:

1. *Coding*, menerjemahkan data yang terkumpul selama penelitian ke dalam simbol yang cocok untuk analisis.
2. *Data entry*, memasukkan data ke komputer.
3. *Verification*, memasukkan data pemeriksaan secara visual data yang dimasukkan dalam komputer
4. *Output* komputer, hasil yang telah dianalisis kemudian dicetak.

3.9 Analisis Data

Analisis statistika yang digunakan untuk mengolah data penelitian ini adalah analisis univariat dan analisis bivariat.

3.9.1 Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik tiap variabel penelitian. Pada umumnya digunakan untuk menghasilkan distribusi frekuensi dan persentase dari tiap variabel.

3.9.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam penelitian dengan uji *chi square*. Uji ini merupakan uji komparatif yang digunakan dalam data penelitian ini. Uji ini memiliki syarat yakni ($<0,05$) yang artinya apabila diperoleh $p < 0,05$ maka terdapat hubungan atau perbandingan yang signifikan dan

bermakna antara kedua variabel yakni variabel bebas dan variabel terikat. Sedangkan apabila $p > 0,05$ berarti tidak ada hubungan dan perbandingan yang bermakna antara kedua variabel. Uji alternatif untuk penelitian ini adalah uji *Fisher Exact*. Apabila uji *Chi Square* tidak memenuhi syarat.

3.10 Etika Penelitian

Penelitian ini akan diajukan ke komisi etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan akan mendapatkan surat keterangan lolos uji kaji etik dengan nomor 3925/UN26.18/PP.05.02.00/2018. Proses pelaksanaannya di lapangan akan melewati *informed consent* yang berisi mengenai kerahasiaan informasi yang diberikan oleh responden serta semua tindakan yang dilakukan dalam penelitian ini bersifat sukarela dan dapat mengundurkan diri dari kegiatan penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Simpulan yang diperoleh setelah dilakukan penelitian ini adalah:

1. Pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung dengan masa kerja 5-10 tahun berjumlah 28 responden (45,9%) sedangkan untuk masa kerja > 10 tahun berjumlah 33 responden (54,1%).
2. Pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung dengan lama kerja < 8 jam berjumlah 15 responden (24,6%) sedangkan dengan lama kerja \geq 8 jam berjumlah 46 responden (75,4%).
3. Pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung sebagai perokok ringan berjumlah 2 responden (3,3%), perokok sedang berjumlah 10 responden (16,4%) dan perokok kuat berjumlah 49 responden (80,3%).
4. Pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung yang tidak memakai alat pelindung pernafasan berjumlah 44 responden (72,1%) sedangkan yang memakai sebesar 17 responden (27,9%).
5. Pekerja pemecah batu dengan fungsi paru baik berjumlah 12 responden (19,7%) , fungsi paru sedang berjumlah 43 responden (70,5%) sedangkan dengan fungsi paru buruk berjumlah 6 responden (9,8%).

6. Terdapat hubungan antara masa kerja dengan fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.
7. Terdapat hubungan antara lama kerja dengan fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.
8. Terdapat hubungan antara perilaku merokok dengan fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.
9. Terdapat hubungan antara penggunaan alat pelindung pernafasan dengan fungsi paru pada pekerja pemecah batu di Kota Bandarlampung.

5.2 Saran

1. Bagi para pekerja, perlu dilakukan sosialisasi pentingnya penggunaan alat pelindung pernafasan (APD) pada saat bekerja dan mengurangi kebiasaan merokok serta pengenalan penyakit akibat kerja.
2. Bagi peneliti lain, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi fungsi paru serta penelitian lebih lanjut selain penyakit akibat kerja tetapi mengenai kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja pemecah batu.
3. Bagi Dinas Kesehatan Kota Bandarlampung, perlu dilakukan adanya sosialisasi dan pembinaan pada setiap pekerja di lokasi penambangan sebagai upaya pencegahan (preventif) penyakit akibat kerja terutama penyakit paru akibat kerja.
4. Bagi Puskesmas pembantu Tanjung Gading dan Puskesmas Kedaton, perlu dilakukan pengecekan kesehatan berkala bagi pekerja pemecah batu di Kelurahan Tanjung Gading dan Kelurahan Sukamenanti terutama dalam penilaian fungsi paru.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi B. & Erhabor G. 2011. The peak flow meter and its use in clinical practice. *African Journal of Respiratory Medicine*. 5(2): 5–8.
- Aghilinejad M. 2012. Silicosis among Stone- Cutter Workers : A Cross-Sectional Study Iran. 11(2): 38–41.
- Alsagaff. 2009. *Dasar-dasar ilmu penyakit paru*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Amelia N, Sumapouw O, Boky H. 2016. Kapasitas vital paru pekerja batu di kelurahan kampung islam manado. *Jurnal Kesehatan Masyarakat FKM UNSRAT*. 2(2): 90-1.
- Anugrah, Y. 2014. *Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Pekerja Penggilingan Divisi Batu Putih Di PT. Sinar Utama Karya*. Semarang: Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang.
- Atmaja, A. 2007. Identifikasi kadar debu di lingkungan kerja dengan keluhan subjektif pernapasan tenaga kerja bagian finish mill. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3(2): 161–172.
- Aunillah K. & Ardam Y. 2015. Hubungan paparan debu dan lama paparan dengan gangguan faal paru pekerja overhaul power plant. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 4(2): 155–166.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Pengertian lama kerja, bekerja. [Diunduh 10 Juli 2018]. Tersedia dari: [http:// www. BPS.go.id/](http://www.BPS.go.id/).
- Barrett L, Barman K, Boitano S, Brooks S, Heddwen. 2016. *Ganong's review of medical physiology*. United State Of America.
- Buchari. 2007. *Penyakit akibat kerja dan penyakit terkait kerja*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

- Budiono, I. 2007. Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengecatan Mobil (Studi Pada Bengkel Pengecatan Mobil Di Kota Semarang). [Skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Dahlan S. 2010. Besar sampel dan cara pengambilan sampel. Jakarta: Salemba Medika.
- Damayanti T. 2014. Hubungan penggunaan masker dengan gambaran klinis, faal paru dan foto toraks pekerja terpajan debu. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 57(9): 289–299.
- Darmawan A. 2015. Penyakit sistem respirasi akibat kerja, 1. *JMJ*. 1(1): 68–83. Jambi: FKIK UNJA.
- Dewi E. & Widajati N. 2016. Hubungan paparan debu kapur dengan status faal paru. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 5(1): 61–70.
- Easterbrook A. & Hill H. 2009. Silica baseline survey Annex 2 Construction sector. Health and Safety Laboratory Harpur Hill Buxton Derbyshire. 17(9).
- Eryani Y. 2015. Faktor-faktor risiko dan pencegahan silikosis pada pekerja tambang (Risk Factors and Preventions of Silicosis in Miners). 2(2): 165–169.
- Fathmaulida A. 2013. Faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengolahan batu kapur di desa Tamansari Kabupaten Karawang. [Skripsi]. Jakarta: FKIK UIN Syarif Hidayatullah.
- Guyton A. & Hall. 2007. Buku ajar fisiologi kedokteran. edisi 9. Jakarta: EGC Kedokteran.
- Hapsari R. (2009). Pengaruh paparan debu gamping terhadap kapasitas vital paru pada pekerja gamping UD Telaga Agung Blora Jawa Tengah. [Skripsi]. Semarang: FKM UNNES.
- Harahap F & Aryastuti E. 2012. Uji fungsi paru. Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia RS. Persahabatan Jakarta, Indonesia. *CDK* 192. 39(4): 305.
- Harrington J. 2005. Buku saku kesehatan kerja. Jakarta: Penerbit EGC Kedokteran.
- Ichsani N. 2015. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru pada pekerja pengolahan batu split PT Indonesia Utra Pertama Cilegon. [Skripsi]. FKIK UIN Syarif Hidayatullah.

- International Labour Organization. 2004. Occupational health and safety in Indonesia. ILO Subregional Office for South-East Asia and the Pacific Working Paper. Manila, Filipina.
- International Labour Organization. 2015. Indonesia: Tren sosial dan ketenagakerjaan. data international labour organization.
- Jasminarti I. 2016. Paparan kumulatif debu batu terhadap kadar interleukin-13 serum dan faal paru pekerja pemecah batu interleukin-13 and lung function of breaking stones workers. 36(3): 122–129.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. 2016. Pengertian masa kerja. Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Jakarta: Balai Pustaka.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 1996. Efek biologis dari paparan debu. Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Litbang Departemen Kesehatan RI. Jakarta: Kemenkes.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2014. Infodatin Hari Tanpa Tembakau Sedunia. Jakarta: Kemenkes.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Kesehatan Kerja, & Olahraga, D. 2015. Diunduh [15 Juli 2018]. Tersedia dari www.kesjaor.kemkes.go.id.
- Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. 2010. Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi Republik Indonesia No.PER08/MEN/VII/2010 tentang alat pelindung diri.
- Laney S, & Weissman DN. 2014. Respiratory diseases caused by coal mine dust. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 56(1): 10.
- Majanto L. 2002. Studi profil pekerja di sektor informal dan arah kebijakan ke depan. Direktorat Ketenagakerjaan Dan Analisis Ekonomi. 1(1): 1–18.
- Mengkidi D. 2006. Gangguan fungsi paru dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada karyawan PT.Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan.[Tesis]. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat FKM UNDIP.
- Mila S. M. 2006. Hubungan antara masa kerja dengan pemakaian alat pelindung pernafasan (masker) pada tenaga kerja pengamplasan dengan kapasitas vital paru PT. Accent House Jepara. [Skripsi]. Semarang: FKM Universitas Negeri Semarang.
- Nafisa, S. Joko, T. 2016. Hubungan paparan debu batu di lingkungan kerja terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja di PT Arumbai Banyumas. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 4 (5): 178–186.

- National Institute for Occupational Safety and Health. 2004. NIOSH Respirator selection logic. U. S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention
- Ostrowski S. & Barud W. 2006. Factors influencing lung function: Are the predicted values for spirometry reliable enough. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 57(4): 263–271.
- Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia. 2003. Pedoman diagnosis & penatalaksanaan asma di Indonesia. Jakarta: PDPI.
- Perhimpunan Dokter Paru Seluruh Indonesia. 2003. Pedoman diagnosis & penatalaksanaan Penyakit Paru Obstruksi Kronis di Indonesia. Jakarta: PDPI.
- Pollard K. . 2016. Silica, silicosis, and autoimmunity *Frontiers in Immunology*. MAR. 7(1): 1–7.
- Roberge R. 2017. Face shields for infection control : A review. 13(4): 235–242. United States Of America.
- Salome C, King G. 2010. Physiology of obesity and effects on lung function. The peak flow meter and its use in clinical practice. *African Journal of Respiratory Medicine*. 1(1): 5–8.
- Shaughnessy P & Ramirez J. 2017. Filter penetration and breathing resistance evaluation of respirators and dust masks. *J Occup Environ Hyg*.14(2): 148-157
- Sastroasmoro S, Ismael S. 1995. Dasar-dasar metodologi penelitian klinis. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Sirait, Manna. 2011. Hubungan karakteristik pekerja dengan faal paru di kilang padi Kecamatan Porsea Tahun 2010. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Soeripto M. 2008. Higiene industri. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sugiyono. 2012. Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Suma'mur PK. 2009. Higene perusahaan dan kesehatan kerja (HIPERKES). Jakarta: CV Haji Masagung.
- Supriyadi M. 2013. Faktor Genetik Pada Penyakit Paru. *CDK Jurnal*. 40(8): 572–578. FKUI:RSUP Persahabatan.

- Susanto AD. 2011. Pneumokoniosis. *J Indon Med Assoc.* 61(12): 12.
- Thorat TY, Yogesh T, Salvi, Sundeep, Kodgule, Rahul. 2017. Peak flow meter with a questionnaire and mini-spirometer to help detect asthma and COPD in real-life clinical practice: a cross-sectional study. *Npj Primary Care Respiratory Medicine.*, 1(1): 1–6.
- Uyainah A, Amin Z, Thufeilsyah F. 2014. Spirometri. Ina *J Chest Crit and Emerg Med.* Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI/RSCM. 1(1):35-38.
- Virgo G, Sukendi, Zulkarnain. 2016. Pengaruh kadar debu ambien terhadap gangguan kapasitas fungsi paru: studi komperatif antar pekerja pada PT JR dan PT SR. *Jurnal Ilmu Lingkungan.* 10(2): 179–186.
- Werdhani R. 2011. Patofisiologi, Diagnosis, dan Klasifikasi Tuberkulosis. Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Okupasi, Keluarga. Jakarta: FKUI.hal 1-18.
- Yulaekah, S. 2007. Paru pada pekerja industri batu kapur. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. [Tesis]. Semarang: FKM UNDIP.