

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pernapasan**

Semua sel hidup membutuhkan suplai oksigen yang konstan supaya dapat mempertahankan metabolismenya. Oksigen yang terdapat di udara dan sistem pernapasan dibentuk melalui suatu cara sehingga udara dapat masuk ke dalam paru-paru. Di sini sejumlah oksigen diekstraksi dan digunakan oleh tubuh (Watson, 2002).

Sistem pernapasan berfungsi untuk mengelola pertukaran oksigen dan karbondioksida antara udara dan darah. Oksigen diperlukan oleh semua sel untuk menghasilkan sumber energi. Karbondioksida dihasilkan oleh sel-sel yang secara metabolis aktif dan membentuk suatu asam yang harus dibuang dari tubuh. Untuk melakukan pertukaran gas, sistem kardiovaskular dan sistem respirasi harus bekerja sama (Corwin, 2001).

##### **2.1.1 Sistem Pernapasan**

Sistem pernapasan terdiri dari dua proses, yaitu :

1. Pernapasan luar (eksternal) yaitu absorpsi oksigen dan pelepasan karbondioksida dari tubuh secara keseluruhan.
2. Pernapasan dalam (internal) yaitu pemanfaatan oksigen dan menghasilkan karbondioksida melalui sel-sel dan pertukaran gas antara sel-sel dengan medium cairan mereka.

Paru-paru dan dinding dada merupakan struktur yang bersifat elastis. Sistem inspirasi dan ekspirasi paru melalui dua mekanisme, yaitu :

1. Gerakan turun dan naik dari diafragma untuk memperbesar atau memperkecil rongga dada.
2. Depresi dan ekuasi tulang iga untuk memperbesar atau memperkecil diameter antero posterior rongga dada.

Sistem kerja dari inspirasi dapat dibagi dalam tiga bagian yang berbeda, yaitu :

1. Yang dibutuhkan untuk melawan pengembangan paru yaitu tenaga elastisitas, yang disebut kerja compliance atau kerja elastik.
2. Yang dibutuhkan untuk mengatasi viskositas jaringan paru dan struktur dinding dada yang disebut kerja resistensi jaringan.
3. Yang dibutuhkan untuk mengatasi resistensi saluran napas selama pergerakan udara masuk ke dalam paru yang disebut kerja resistensi saluran napas.

Seluruh materi hidup memerlukan oksigen dan membebaskan karbondioksida. Oksigen diperlukan untuk pembakaran atau oksidasi makanan, dan karbondioksida ialah produk limbah hasil pembakaran. Proses pengambilan oksigen dan pelepasan karbondioksida ini disebut respirasi, dan proses ini berlanjut sepanjang kehidupan. Jumlah oksigen yang diperlukan dan jumlah karbondioksida yang dibebaskan berubah seiring jumlah aktivitas yang berlangsung. Selama tidur, perbandingan oksigen yang diperlukan manusia lebih sedikit, tapi manusia memerlukan

oksigen yang lebih banyak selama melakukan latihan berat, seperti bermain bola atau mendaki gunung (Watson, 2002).

### 2.1.2 Volume Paru

Terdapat empat volume paru yang berbeda, jika dijumlahkan sama dengan volume maksimal paru yang mengembang. Pengertian dari setiap volume tersebut menurut Depnakertrans (2005), yaitu :

- *Tidal Volume (TV)*

Adalah volume udara yang secara normal dihirup (inspirasi) atau dihembuskan (ekspirasi) pada setiap tarikan napas. Volume ini akan meningkat bila ada aktivitas fisik. Nilai rata-ratanya adalah 500 ml pada saat istirahat.

- *Volume Cadangan Inspirasi (Inspiratory Reserve Volume/IRV)*

Adalah volume udara di atas inspirasi *tidal volume* yang dapat secara maksimum dihirup pada setiap tarikan napas. Nilai rata-ratanya adalah sekitar 300 ml.

- *Volume Cadangan Ekspirasi (Expiratory Reserve Volume/ERV)*

Adalah jumlah udara maksimum yang dapat dihembuskan melebihi ekspirasi normal. Nilai rata-ratanya adalah sekitar 1000 ml.

- *Volume Residu (Residual Volume/RV)*

Adalah udara yang tetap berada di dalam paru setelah ekspirasi maksimum. Nilai normalnya adalah sekitar 1200 ml.

### 2.1.3 Kapasitas Paru

Dalam menguraikan peristiwa-peristiwa dalam siklus paru, kadang-kadang diperlukan untuk menyatukan dua atau lebih volume di atas. Menurut Depnakertrans (2005), kombinasi seperti itu antara lain :

- Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity/TLC*)

Adalah jumlah total udara yang berada dalam paru pada akhir inspirasi maksimum. Besarnya sama dengan jumlah kapasitas vital dengan volume residu.

- Kapasitas Vital (*Vital Capacity/VC*)

Adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum setelah inspirasi maksimum. Atau jumlah udara maksimum pada seseorang yang berpindah pada satu tarikan napas. Kapasitas ini mencakup VT, IRV, dan ERV. Nilainya diukur dengan menyuruh individu melakukan inspirasi maksimum kemudian menghembuskan sebanyak mungkin udara di dalam parunya ke alat pengukur.

- Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity/IC*)

Adalah volume udara yang dapat diinspirasi setelah akhir ekspirasi normal. Besarnya sama dengan jumlah VT dengan IRV.

- Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity/FRC*)

Adalah jumlah udara yang masih tetap berada dalam paru setelah ekspirasi normal. Besar FRC sama dengan jumlah dari RV dengan ERV.

- Kapasitas Vital Paksa (*Forced Vital Capacity/FVC*)  
Adalah VC yang diukur persatuan waktu.
- *Forced Expiratory Volume 1*(FEV<sub>1</sub>)  
Adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum per satuan detik.

## 2.2 Mekanisme Pertahanan Paru

Berbagai mekanisme kerja saluran pernapasan untuk mencegah benda asing sebelum mencapai alveoli menurut WHO (1986), antara lain :

- a. Partikel-partikel debu dan aerosol yang berdiameter lebih dari 15  $\mu\text{m}$  tersaring keluar pada saluran napas bagian atas.
- b. Partikel 5 – 15  $\mu\text{m}$  tertangkap pada mukosa saluran yang lebih rendah dan kembali disapu ke laring oleh kerja mukosiliar, selanjutnya ditelan. Bila partikel ini mengiritasi saluran napas atau melepaskan zat-zat yang merangsang respon imun, dapat timbul penyakit pernapasan seperti bronkitis.
- c. Partikel-partikel berdiameter antara 0,5 dan 5  $\mu\text{m}$  (debu yang ikut dengan pernapasan) dapat melewati sistem pembersihan mukosiliar dan masuk ke saluran napas terminal serta alveoli.
- d. Partikel berdiameter kurang dari 0,5  $\mu\text{m}$  kemungkinan tetap mengambang dalam udara dan tidak diretensi.
- e. Partikel-partikel panjang atau serat yang diameternya kurang dari 3  $\mu\text{m}$  dengan panjang sampai 100  $\mu\text{m}$  dapat mencapai saluran napas terminal.

### 2.3 Fungsi Paru

Fungsi paru yang utama adalah proses respirasi yaitu pengambilan oksigen dari udara luar yang masuk ke dalam saluran napas dan terus ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme dan karbondioksida yang terbentuk pada proses tersebut dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar.

Proses respirasi dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Ventilasi yaitu proses keluar dan masuknya udara ke dalam paru, serta keluarnya karbondioksida dari alveoli ke udara luar.
2. Difusi yaitu proses berpindahnya oksigen dari alveoli ke dalam darah, serta keluarnya karbondioksida dari darah ke alveoli.
3. Perfusi yaitu distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan ke seluruh tubuh (Siregar, 2004).

Semua volume paru dapat diukur secara langsung dengan spirometer, kecuali volume residu. Untuk mengetahui fungsi paru, parameter yang digunakan ialah VC, FVC, dan FEV. Adapun gangguan/kelainan fungsi paru biasanya adalah (Depnakertrans, 2005) :

- Gangguan fungsi paru Restriktif
- Gangguan fungsi paru Obstruktif
- Gangguan fungsi paru Campuran (Obstruktif-Restriktif)

Pemeriksaan yang berguna untuk fungsi paru adalah mengukur volume maksimum udara yang dapat diekspirasikan oleh seseorang dalam suatu rentang waktu tertentu yang disebut volume ekspirasi paksa (*Forced Expiratory Volume/FEV*). Volume udara pada 1 detik pertama ekspirasi ( $FEV_1$ ) sangat perlu dievaluasi. Pada penyakit paru obstruktif tertentu misalnya asma dan emfisema,

ekspirasi mengalami gangguan dan jumlah udara yang dapat dihembuskan secara paksa oleh individu, terutama secara cepat akan berkurang (Depnakertrans, 2005).

## 2.4 Debu

Debu adalah partikel-partikel zat padat yang disebabkan oleh kekuatan-kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan, dan lain-lain dari bahan-bahan, baik organik maupun anorganik, misalnya batu, kayu, bijih, logam, arang batu, butir-butir zat, dan sebagainya (Suma'mur, 1986).

Kadar-kadar berlebihan dari debu-debu yang biasanya tidak berakibat sakit dapat mengurangi penglihatan, menyebabkan endapan tak menyenangkan pada mata, hidung dan telinga, atau berakibat kerusakan kulit oleh efek kimiawi atau mekanis atau juga oleh cara pembersihannya. NAB dari debu-debu yang hanya mengganggu dan tidak berakibat penyakit ini adalah  $10 \text{ mg/m}^3$  (Suma'mur, 1986). Termasuk diantaranya adalah debu total.

### 2.4.1 Tipe debu

Debu industri dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu debu organik dan debu anorganik. Debu organik adalah debu yang berasal dari tumbuhan dan binatang yang dapat menyebabkan reaksi alergi dan iritasi. Debu anorganik adalah debu yang berasal dari metal dan non metal. Efek yang timbul akibat pajanan debu metal sebagian besar ditemukan berbagai gejala iritasi, sesak napas, asma (Presiana, 2000).

Gejala klinis berbeda-beda tergantung dari derajat banyaknya debu yang ditimbun dalam paru-paru. Semakin besar bagian paru-paru yang terkena, maka semakin hebat gejala-gejalanya walaupun hal itu tidak selalu benar demikian. Gejala-gejalanya antara lain batuk-batuk kering, sesak napas, kelelahan umum, berat badan susut, banyak dahak, dan lain-lain. Sesungguhnya tak seorangpun manusia yang tidak menimbun debu-debu dalam paru-parunya. Debu-debu yang dihirup ke paru-paru mengurangi penggunaan optimal alat pernapasan untuk mengambil zat asam dari udara. Debu yang menyebabkan pneumoconiosis diantaranya silicosis, asbestosis, dan lain-lain (Suma'mur, 1986).

Karakteristik partikel debu di udara ditentukan oleh faktor antara lain (Siregar, 2004) :

1. Ukuran partikel debu
2. Bentuk partikel debu
3. Sifat-sifat fisik partikel debu
4. Potensial toksisitas partikel debu

Faktor-faktor yang berpengaruh besar terhadap reaksi paru-paru dihubungkan dengan penghirupan partikel-partikel antara lain (Siregar, 2004) :

1. Sifat-sifat fisik dan kimia partikel
2. Takaran/dosis material
3. Penghisapan/penghirupan mineral-mineral lainnya
4. Faktor *host*.



Diantara berbagai gangguan kesehatan akibat lingkungan kerja, debu merupakan salah satu sumber gangguan yang tak dapat diabaikan. Dalam kondisi-kondisi tertentu debu merupakan bahaya yang dapat menimbulkan kerugian besar. Tempat kerja yang prosesnya mengeluarkan debu dapat menyebabkan pengurangan kenyamanan kerja, gangguan penglihatan, gangguan fungsi faal paru-paru, bahkan dapat menimbulkan keracunan umum (Achmadi, 1990).

### **2.5 Riwayat Pekerjaan di Lingkungan Berdebu**

Seseorang yang memiliki jenis pekerjaan berdebu dan lebih banyak menghirup unsur kimia cenderung mudah mengalami gangguan pada saluran pernapasan dibandingkan bekerja di tempat dengan debu sedikit/jarang. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah lama kerja seseorang, karena masa kerja ditambah dengan frekuensi debu yang banyak dapat berakibat negatif terhadap kesehatan pekerja (Aurorina, 2003).

Kelainan atau penurunan fungsi paru yang berhubungan dengan pemajanan debu di tempat kerja dapat disebabkan oleh 4 faktor yaitu tipe debu, konsentrasi debu, ukuran dari debu dan lama pemajanan. Polutan terdiri dari partikel dan gas-gas dapat menimbulkan kerusakan akut atau kronis pada saluran napas dan jaringan paru. Kerusakan tergantung dari pengaruh konsentrasi polutan, lama terpapar dan kerentanan tubuh. Pekerja yang terpapar debu akan mengalami penurunan FEV<sub>1</sub> dan FVC (Santoso, 2001).

Riwayat pekerjaan harus ditanya dengan seteliti-telitinya dari permulaan kali ia bekerja hingga akhir bekerja. Janganlah sekali-kali hanya mencurahkan

perhatian kepada pekerjaan yang sekarang, namun harus pula diteliti tentang pekerjaan-pekerjaan sebelumnya, sebab kemungkinan selalu ada, bahwa penyakit yang sekarang itu diakibatkan oleh faktor-faktor penyebab penyakit yang ada di tempat kerja dalam hubungan pekerjaan beberapa tahun dahulu. Juga perlu untuk disadari bahwa pada umumnya tenaga kerja bangsa kita sangat gemar ganti pekerjaan, pindah dari satu kepada pekerjaan lain (Suma'mur, 1986).

## **2.6 Riwayat Penyakit Lampau**

Untuk mengetahui adanya kemungkinan bahwa salah satu faktor di tempat kerja atau dalam pekerjaan yang bisa mengakibatkan penyakit. Riwayat penyakit meliputi antara lain permulaan timbul gejala-gejala, gejala-gejala sewaktu penyakit dini, perkembangan penyakit selanjutnya, hubungan dengan pekerjaan, dan lain-lain (Suma'mur, 1986).

Riwayat penyakit sangat penting diketahui dan dinilai untuk mengetahui apakah suatu penyakit berhubungan erat dengan pekerjaan. Guna mengetahui kondisi fisik pekerja, diperlukan anamnesis secara umum dan khusus serta pemeriksaan jasmani secara umum dan khusus. Berbagai macam penyakit khususnya yang menyerang pernapasan seperti asma, bronkitis kronik, pneumonia, dan fibrosis paru-paru mengakibatkan berkurangnya daya kembang paru-paru serta terhambatnya jalur difusi gas (Danusantoso, 2000 dalam Aurorina, 2003). Apabila pekerja mempunyai riwayat penyakit lampau yang berhubungan dengan pernapasan, maka kemungkinan penyakit tersebut akan timbul kembali atau bahkan penyakit tersebut sudah menimbulkan kecacatan pada paru.

## 2.7 Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok merupakan faktor risiko pada penyakit paru obstruktif kronis, dimana kecenderungan semakin banyak merokok makin banyak gangguan pada parunya termasuk kanker paru. Asap rokok mengandung banyak zat kimia beracun yang sangat berbahaya bagi kesehatan sistem respirasi, seperti : nikotin, tar, karbonmonoksida, dan zat-zat beracun lainnya.

Majalah ilmiah yang mempunyai reputasi tinggi, *Science*, 18 Oktober 1996 memancing perdebatan lama mengenai bahaya merokok bagi kesehatan terutama kaitannya dengan kanker paru. Sebelumnya Presiden Clinton menetapkan tembakau termasuk golongan obat bius. Dalam majalah tersebut, empat ahli, MF Denissenko dan GP Pfeifer dari *Bechman Research Institute of the City of Hope (Duarte)*, Annie Pao dan Moon-shong Tang dari *MD Anderson Cancer Center Universitas Texas*, Amerika Serikat melaporkan, mereka telah menemukan hubungan langsung antara merokok dengan kanker paru (Kompas, 2000).

Kanker paru di Amerika Serikat pada sekitar 1996 menjadi penyebab utama kematian akibat kanker dan termasuk jenis tumor yang umum ditemukan di seluruh dunia. Menurut data *American Cancer Society*, lebih dari 419.000 orang mati akibat kanker paru, dan 85 – 90% berhubungan dengan merokok (Kompas, 2000).

Konsumsi rokok saat ini terus meningkat terutama di negara-negara dengan pendapatan rendah dan menengah. Akibatnya beban penyakit dan kematian yang berhubungan dengan kebiasaan merokok meningkat di negara berkembang, termasuk di Indonesia. Penyakit yang berhubungan dengan

kebiasaan merokok antara lain kanker, kardiovaskular, gangguan pernafasan, gangguan reproduksi dan beberapa jenis penyakit lain. Di Indonesia prevalensi perokok sebesar 27,7%, dimana 70% dari mereka telah mulai merokok di usia anak-anak dan remaja. Merokok dapat menyebabkan kelainan fungsi paru obstruktif. Di samping itu penyakit tuberkulosis (TB) paru juga dapat menimbulkan kelainan fungsi paru obstruktif, restriktif dan campuran. Bila seseorang menderita penyakit TB paru dan juga dengan kebiasaan merokok, maka parunya akan mengalami kerusakan ganda (Gustina, 2007).

Debu, aerosol dan gas iritan kuat menyebabkan refleks batuk atau spasme laring (penghentian bernapas). Kalau zat-zat ini menembus ke dalam paru-paru dapat terjadi bronkitis toksik, edema paru atau pneumonitis. Para pekerja menjadi toleran terhadap paparan iritan berkadar rendah dengan meningkatkan sekresi mukus, suatu mekanisme yang khas pada bronkitis dan juga terlihat pada perokok tembakau. Hendaknya dicatat bahwa merokok lebih merendahkan nilai FEV<sub>1</sub> dan FVC dibandingkan beberapa bahaya kesehatan akibat kerja (WHO, 1986).

## 2.8 Pemeriksaan Fungsi Paru

Salah satu cara pemantauan kesehatan tenaga kerja yang terpajan faktor bahaya yang terkandung di udara lingkungan kerja dapat berwujud inhalasi bahan kimia, partikel debu atau benda asing, dan lain-lain. Terhadap faktor bahaya yang mengancam kesehatan paru tenaga kerja selain penggunaan masker, pemantauan kesehatan paru perlu dilakukan. Pemantauan kesehatan

paru ada beberapa cara antara lain untuk mengetahui fungsi paru dengan pemeriksaan spirometri yang menggunakan alat spirometer.

Spirometri adalah pemeriksaan fungsi paru yang berguna untuk membedakan antara penyakit paru restriktif dan untuk menentukan tingkat (ringan, sedang, atau berat), dari kelainan paru obstruktif atau restriktif.

Kelainan fungsi paru yang terjadi dapat diketahui dengan melakukan pemeriksaan fungsi paru. Fungsi paru dapat diukur dengan menggunakan spirometri. Yang dimaksud dengan spirometri adalah suatu teknik pemeriksaan untuk mengetahui fungsi/faal paru, di mana pasien diminta untuk meniup sekuat-kuatnya melalui suatu alat yang dihubungkan dengan mesin spirometer yang secara otomatis akan menghitung kekuatan, kecepatan dan volume udara yang dikeluarkan, sehingga dengan demikian dapat diketahui kondisi faal paru pasien. Pada saat ini hampir disemua rumah sakit dan praktik dokter paru di Bandung sudah tersedia alat pemeriksaan ini (<http://www.glorianet.org/arsip/b4401.html> - 14k -).

### **2.8.1 Spirometer**

Pemeriksaan ventilasi paru umumnya dilakukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut spirometer dan melalui prosedur yang sudah ditentukan akan dapat memberikan gambaran mengenai keadaan fungsi paru tenaga kerja yang diperiksa. Data hasil pemeriksaan tersebut dipertemukan dengan data kondisi lingkungan kerjanya untuk mengetahui hubungan antara kondisi lingkungan kerja dengan kondisi kesehatan kerja (Charles, 1993).

Selama ini telah diketahui bahwa terdapat hubungan antara nilai kapasitas vital paru dengan umur, tinggi badan, dan jenis kelamin (Guyton, 1997 dalam Siregar, 2004). Nilai kapasitas vital ini penting diketahui antara lain untuk menentukan kondisi ventilasi paru seseorang.

Suatu metode sederhana yang dapat digunakan untuk mengukur volume dan kapasitas paru-paru adalah spirometri dengan penghitungan hasil pemeriksaan menggunakan nomogram Baldwin atau menggunakan model *Spiro Analyzer ST-250* yang berguna untuk mengetahui (Aurorina, 2003) :

1. Kapasitas Vital/*Vital Capacity* (VC).
2. Kapasitas Vital Paksa/*Force Vital Capacity* (FVC)
3. Volume Ekspirasi Paksa dalam satu detik/*Forced Expiratory Volume in one second* ( $FEV_1$ ) adalah volume yang diekspirasikan pada detik pertama.
4. *Maximum Expiratory Flow Rate* (MEFR).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengukuran fungsi paru dengan menggunakan *Spiro Analyzer ST-250*, maka kesimpulan yang dapat diperoleh antara lain (Aurorina, 2003) :

1. Normal bila  $FEV_1/FVC \geq 75\%$  dan  $FVC \geq 80\%$
2. Gangguan restriksi bila  $FEV_1/FVC \geq 75\%$  dan  $FVC < 80\%$
3. Gangguan obstruktif bila  $FEV_1/FVC < 75\%$ ,  $FVC \geq 80\%$  dan  $FEV_1 < 95\%$  pred.

4. Gangguan campuran (restriksi dan obstruktif) bila  $FEV_1/FVC < 75\%$  dan  $FVC < 80\%$ .



Gambar 2.1

Spirometer Spiro Analyzer ST-250

### 2.8.2 Prosedur Pemeriksaan Spirometri

Menurut Charles (1993), langkah-langkah persiapan pemeriksaan spirometri mencakup antara lain :

1. Persiapan alat yang digunakan termasuk akurasi dan ketepatan alat spirometer
2. Persiapan tenaga kerja yang akan diperiksa, baik fisik maupun mental
3. Penjelasan-penjelasan mengenai pemeriksaan dan cara-cara pemeriksaan yang akan dihadapi
4. Latihan tenaga kerja mengenai cara pemeriksaan bagi tenaga kerja.

Sedangkan menurut Depnakertrans (2005) dalam Modul Pelatihan Pemeriksaan Kesehatan Kerja, sebelum melakukan pemeriksaan spirometri ada beberapa hal yang harus disiapkan antara lain :

1. Siapkan alat spirometer, dan kalibrasi harus dilakukan sebelum pemeriksaan
2. Pasien harus dalam keadaan sehat, tidak ada flu atau infeksi saluran nafas bagian atas, dan hati-hati pada penderita asma karena dapat memicu serangan asma.
3. Masukkan data yang diperlukan, yaitu umur, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, dan ras untuk mengetahui nilai prediksi.
4. Beri petunjuk dan demonstrasikan manuver pada tenaga kerja, yaitu pernafasan melalui mulut, tanpa ada udara lewat hidung dan celah bibir yang mengatup *mouth tube*.
5. Tenaga kerja dalam posisi duduk atau berdiri, lakukan pernafasan biasa, tiga kali berturut-turut, kemudian langsung menghisap sekuat dan sebanyak mungkin udara ke dalam paru-paru, dan kemudian dengan cepat dan sekuat-kuatnya dihembuskan udara melalui *mouth tube*.
6. Manuver dilakukan tiga kali untuk mengetahui FVC dan FEV<sub>1</sub>.
7. Hasilnya dapat dilihat pada *print out*.

Charles (1993) menuliskan bahwa untuk melakukan pemeriksaan adalah dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukkan *mouth piece*/alat peniup ke dalam mulut sepanjang lebih kurang setengahnya, harus tepat dan rapat
2. Tenaga kerja menarik napas semaksimal mungkin, kemudian dilepaskan sekaligus dengan meniupnya melalui alat peniup ke dalam spirometer



3. Hal ini dilakukan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan hasil yang terbaik
4. Spirometer akan merekam hasil yang terbaik dari pemeriksaan yang dilakukan.

### 2.8.3 Interpretasi Pemeriksaan Spirometri

Interpretasi dari hasil spirometri biasanya langsung dapat dibaca dari *print out* setelah hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai prediksi sesuai dengan tinggi badan, umur, berat badan, jenis kelamin, dan ras yang datanya telah terlebih dahulu dimasukkan ke dalam spirometer sebelum pemeriksaan dimulai.

Tabel 2.1 Interpretasi Hasil Pemeriksaan Fungsi Paru

<b>RESTRIKTIF</b>	<b>PENGGOLONGAN</b>	<b>OBSTRUKTIF</b>
<b>FVC/nilai prediksi (%)</b>		<b>FEV1/FVC (%)</b>
$\geq 80$	NORMAL	$\geq 75$
60 – 79	RINGAN	60 – 74
30 – 59	SEDANG	30 – 59
< 30	BERAT	< 30

Sumber : Pusat Hiperkes dan KK, Depnakertrans (2005)

Interpretasi Hasil Pemeriksaan Spirometri dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Restriktif (sindrom pembatasan)

Restriktif (sindrom pembatasan) adalah gangguan pengembangan paru. Parameter yang dilihat adalah Kapasitas Vital (VC) dan

Kapasitas Vital Paksa (FVC). Biasanya dikatakan restriktif adalah jika Kapasitas Vital Paksa (FVC) < 80% nilai prediksi.

## 2. Obstruktif (sindrom penyumbatan)

Obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran napas. Sindrom penyumbatan ini terjadi apabila kapasitas ventilasi menurun akibat menyempitnya saluran udara pernafasan. Biasanya ditandai dengan terjadi penurunan FEV<sub>1</sub> yang lebih besar dibandingkan dengan FVC sehingga rasio FEV<sub>1</sub>/FVC kurang dari 80%.

Pengetahuan mengenai faal paru seseorang penderita penyakit paru amat penting untuk mengetahui tingkat invaliditas pernapasan, disamping itu juga penting untuk program pengobatan selanjutnya dan kepentingan rehabilitasi. Pemeriksaan faal paru merupakan suatu pemeriksaan yang lebih peka untuk mengetahui perubahan patologi dari saluran napas dibanding dengan anamnesis, pemeriksaan fisik dan radiologik.

Infeksi tuberkulosis pada paru akan mengakibatkan kelainan parenkim paru antara lain fibrosis dan bila mengenai pleura akan menyebabkan pleuritis. Hal ini akan mengakibatkan kelainan faal paru yang bersifat restriktif. Kelainan yang terjadi di bronkus seperti bronkitis atau endobronkitis dan bronkostenosis akan menimbulkan kelainan obstruktif. Kelainan obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran napas. Pada kelainan faal paru obstruktif seperti bronkitis

kronik atau emfisema, terjadi penurunan FEV<sub>1</sub> yang lebih besar dibandingkan dengan FVC sehingga rasio FEV<sub>1</sub>/FVC kurang dari 80%. Pada kelainan restriktif (misal Tb paru), maka FEV<sub>1</sub> dan FVC atau VC mengalami penurunan dengan perbandingan FEV<sub>1</sub>/FVC tetap sekitar 80% atau lebih (Cleimens M., 1995).

## 2.9 Pemantauan Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja yang melebihi toleransi kemampuan manusia tidak saja merugikan produktivitas kerjanya, tetapi juga menjadi sebab terjadinya penyakit atau kecelakaan kerja. Hanya lingkungan kerja yang aman, selamat dan nyaman merupakan prasyarat penting untuk terciptanya kondisi kesehatan prima bagi karyawan yang bekerja di dalamnya. Untuk menjamin ke arah itu diperlukan pemantauan lingkungan kerja yang bertujuan (Ichsan, 2002) :

- a. Memastikan apakah lingkungan kerja (tempat kerja) tersebut telah memenuhi persyaratan K3.
- b. Sebagai pedoman untuk bahan perencanaan dan pengendalian terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh faktor-faktor yang ada disetiap tempat kerja.
- c. Sebagai data pembantu untuk mengkorelasikan hubungan sebab akibat terjadinya suatu Penyakit Akibat Kerja (PAK) maupun kecelakaan.
- d. Bahan dokumen untuk mengembangkan program-program K3 selanjutnya.

Pemantauan lingkungan kerja tidak hanya dilakukan dengan pengukuran secara kualitatif, tetapi harus dilakukan melalui pengukuran secara kuantitatif dengan menggunakan peralatan lapangan atau analisis laboratorium agar diperoleh data obyektif. Meskipun belum ada norma dan kajian yang baku,

seyogianya pemantauan lingkungan kerja dilakukan sekerap mungkin untuk mendapatkan data dan akurasi yang tepat.

Agar didapatkan tingkat kepercayaan yang tinggi dalam melakukan pemantauan lingkungan kerja harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Ichsan, 2002) :

1. Dilakukan oleh personel yang memiliki pengetahuan dan keterampilan di bidang K3, mampu melakukan pengumpulan data dan menganalisisnya.
2. Menggunakan peralatan yang akurat dan terkalibrasi.
3. Menggunakan metode yang telah disepakati baik secara nasional maupun internasional.
4. Diikuti dengan langkah membandingkan hasil pemantauannya terhadap standar (nilai) dan ketentuan yang ada, sekaligus menemukan awal penyebabnya. Selanjutnya diupayakan untuk melakukan saran tindak lanjutnya (pengendalian).

### **2.10 Pengendalian untuk meminimalisir penurunan fungsi paru**

Pada sektor perindustrian, penyakit-penyakit akibat kerja dapat dicegah bila ada saling pengertian, kemauan dan kerja sama yang baik antara pimpinan atau pemilik perusahaan dan pekerjanya. Kegiatan atau cara pencegahan PAK antara lain terdiri dari (Tresnaningsih, 1990) :

1. Pengendalian melalui peraturan atau perundang-undangan.
2. Pengendalian melalui administrasi atau organisasi.
3. Pengendalian secara teknis.

#### 4. Pengendalian melalui jalur kesehatan.

Menurut Charles (1993), pengendalian atau pencegahan yang akan dilakukan antara lain :

1. Upaya-upaya untuk menghilangkan atau mengurangi potensi bahaya yang ada di tempat kerja
2. Penerapan cara kerja yang sehat dan selamat
3. Pemeriksaan kesehatan tenaga kerja secara teratur/berkala terutama kondisi paru tenaga kerja
4. Penyediaan dan pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) yang baik dan sesuai dengan cara-cara kerja yang baik dan benar.

APD dalam hal ini adalah masker yang dirancang untuk memberikan perlindungan maksimal terhadap bahaya yang ada di lokasi produksi dan sekitarnya dan merupakan upaya terakhir dalam usaha perlindungan pekerja. Kebiasaan seseorang terhadap kesadaran menggunakan APD (masker) didasari oleh pengetahuan dan kebiasaan akan lebih langgeng dari pada yang tidak didasari dengan pengetahuan.

Menurut Notoatmodjo, S. bahwa pengetahuan merupakan hasil dari “tahu” dan hasil tersebut terjadi setelah melakukan penginderaan terhadap suatu obyek tertentu. Pengetahuan merupakan hasil yang sangat penting untuk terbentuknya perilaku seseorang terhadap sesuatu yang diketahuinya berkenaan dengan suatu obyek (Siregar, 2004).

Perlindungan tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis pengamanan tempat, peralatan dan lingkungan kerja adalah sangat diperlukan. Namun kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya,

sehingga digunakan APD. Alat-alat demikian harus memenuhi persyaratan (Siregar, 2004) :

- a. Enak dipakai dan tidak mengganggu dalam proses kerja
- b. Memberikan perlindungan efektif terhadap jenis bahaya.

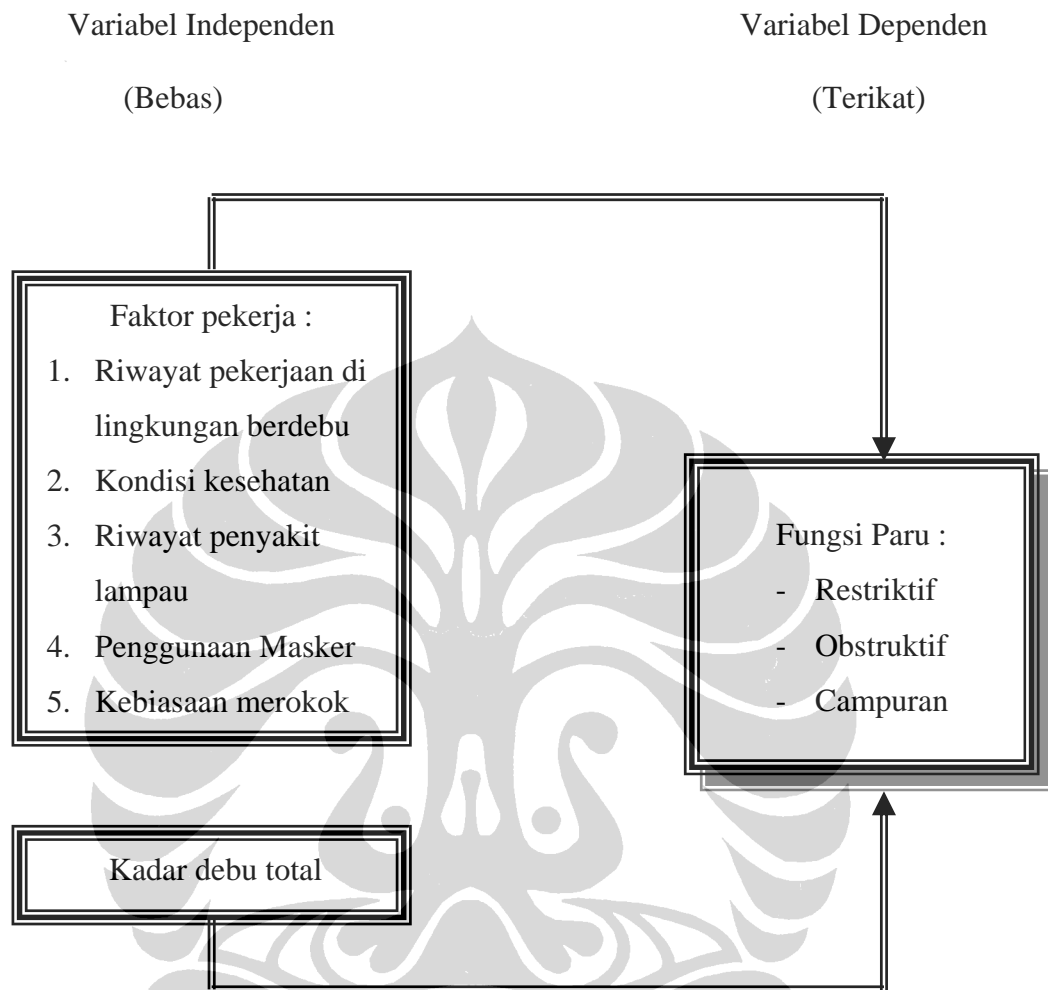


## BAB 3

### KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

#### 3.1 Kerangka Konsep

Sektor industri kecil di Indonesia kurang mendapat perhatian dalam hal perlindungan tenaga kerja, sama halnya dengan sektor industri garmen yang merupakan sentra terbesar di Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) kawasan Perkampungan Industri Kecil (PIK) Pulogadung Jakarta Timur. Untuk itu perlu dilakukan sebuah penelitian guna mengetahui gambaran fungsi paru bagi kesehatan paru tenaga kerja di sektor tersebut. Penelitian yang berjudul “gambaran fungsi paru pada pekerja CV. Silkids Garmino, tahun 2008” ini meneliti Variabel Dependen (Terikat) yaitu gambaran fungsi paru dan Variabel Independen (Bebas) yaitu faktor pekerja (riwayat pekerjaan di lingkungan berdebu, kondisi kesehatan, riwayat penyakit lampau, penggunaan masker, dan kebiasaan merokok) dan kadar debu total (Gambar 3.1).



Gambar 3.1

Kerangka konsep gambaran fungsi paru

### 3.1.1 Variabel Kerangka Konsep

#### 1. Variabel Dependen (Terikat)

Variabel terikat pada penelitian ini adalah fungsi paru dengan 3 kategori, yaitu : Restriktif, Obstruktif, dan Campuran.



## 2. Variabel Independen (Bebas)

Variabel bebas pada penelitian ini adalah faktor pekerja dan kadar debu total di CV. Silkids Garmindo, tahun 2008, yaitu :

1. Faktor pekerja :
  - a. Riwayat pekerjaan di lingkungan berdebu
  - b. Kondisi kesehatan
  - c. Riwayat penyakit lampau
  - d. Penggunaan masker
  - e. Kebiasaan merokok
2. Kadar Debu Total

## 3.2 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
1.	Variabel Dependen (Terikat)				
a.	Gambaran fungsi paru	Kapasitas ventilasi paru responden yang diukur dan dikatakan restriktif bila $FVC/nilai\ prediksi\ (\%) \leq 80$ , obstruktif bila $FEV1/FVC\ (\%) \leq 75$ , serta campuran bila nilai restriktif $\leq 80$ dan obstruktif $\leq 75$ .	Spirometer	1= Normal 2= Restriktif (Ringan, sedang, berat). 3= Obstruktif (Ringan, sedang, berat). 4= Campuran	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
2.	Variabel Independen (Bebas)				
a.	Riwayat pekerjaan di lingkungan berdebu	Pengalaman tempat bekerja responden di lingkungan berdebu sebelum bekerja di tempat sekarang.	Kuesioner	1= Berdebu 2= Tidak berdebu	Ordinal
b.	Kondisi kesehatan	Keadaan fisik responden yang berhubungan dengan kesehatan pernapasan. Dikatakan normal apabila tidak ada gangguan pernapasan, dan sebaliknya dikatakan abnormal jika terdapat gangguan pernapasan.	Kuesioner	1= Normal 2= Abnormal	Ordinal
c.	Riwayat penyakit lampau	Jenis penyakit lampau responden yang berkaitan dengan pernapasan. Dikatakan normal apabila tidak pernah memiliki penyakit pernapasan, dan sebaliknya dikatakan abnormal jika responden pernah memiliki penyakit pernapasan.	Kuesioner	1= Normal 2= Abnormal	Ordinal

d.	Penggunaan masker	Kesadaran responden dalam menggunakan masker baik saat bekerja maupun di tempat kerja.	Kuesioner	1= Selalu 2= Kadang-kadang 3= Tidak pernah	Ordinal
e.	Kebiasaan merokok	Suatu Kebiasaan responden untuk mengkonsumsi rokok.	Kuesioner	1= Merokok 2= Pernah Merokok 3= Tidak Merokok	Ordinal
f.	Kadar Debu Total	Kadar debu total di lingkungan kerja yang dikatakan berdebu bila NAB > 10 mg/m <sup>3</sup> dan idak dikatakan berdebu bila NAB < 10 mg/m <sup>3</sup>	<i>Low Volume Dust Sampler</i>	1= < NAB 2= > NAB	Ordinal