BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapasitas paru-paru adalah kemampuan paru-paru menampung udara pernapasan.[1] Dalam keadaan normal paru mengandung sekitar 2 - 2,5 liter udara selama siklus respirasi, tetapi dapat diisi sampai 5,5 liter atau dikosongkan sampai tersisa 1 liter. Pada orang dewasa sehat, rata-rata jumlah maksimum udara yang dapat dikandung oleh kedua paru adalah sekitar 5,7 liter pada pria dan 4,2 liter pada wanita. Bentuk dan distensibilitas paru, usia dan ada atau tidaknya penyakit pernapasan mempengaruhi kapasitas paru total ini.[2]

Pekerjaan pengecatan mobil merupakan pekerjaan yang sangat perlu mendapat perhatian dari pelaku usaha pengecatan dan pekerja pengecatan itu sendiri. Hal ini dikarenakan banyaknya risiko penyakit yang bisa ditimbulkan dari pekerjaan tersebut. Penurunan kapasitas paru adalah salah satu gangguan akibat pekerjaan sebagai pengecatan mobil. Penurunan kapasitas paru diakibatkan oleh paparan zat yang berasal dari asap mobil yang sedang dalam perbaikan di bengkel, bensin yang digunakan sebagai pengencer cat dan *benzena* yang terkandung dalam cat itu sendiri.[3]

Penelitian yang dilakukan oleh Piirila tahun 2005 menunjukkan bahwa dari banyak jenis pekerjaan di Finlandia, pekerjaan yang memiliki prevalensi paling tinggi pada kejadian penyakit saluran pernapasan adalah pekerjaan pengecatan mobil.[4] Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Vitalli pada tahun 2005 di kota Rieti Italia terhadap pekerja pengecat mobil, sebanyak 25% pekerja cat mobil terpapar Benzena.[5]

Penelitian oleh Numan pada tahun 2012 mendapatkan bahwa sebanyak 36,4% pekerja cat mobil di Baghdad mengalami penurunan fungsi paru dan hati.[6] Penelitian yang dilakukan oleh Adipatra pada tahun 2013 menunjukkan sebanyak 53,1% pekerja pengecat mobil di Makassar mengalami penurunan kapasitas paru.[3]

Kapasitas paru pekerja pengecat mobil dipengaruhi oleh beberapa faktor yang merupakan penyebab langsung dan tidak langsung. Penyebab langsungnya adalah partikel yang terinhalasi ke saluran napas, sedangkan penyebab tidak langsungnya adalah dari faktor pekerja misalnya umur dan juga karakteristik pekerjaan. Umur merupakan variabel yang penting yang menyebabkan penurunan kapasitas paru. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur 30 sampai 50 tahun rata-rata 3000 ml sampai 3500 ml dan pada orang yang berusia diatas 50 tahun kapasitas paru kurang dari 3000 ml.[7]

Bahan kimia berbahaya yang terdapat dalam cat merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi kapasitas paru pada pekerja pengecat mobil, diantaranya *cadmium, chromium,* plumbum, merkuri, dan *acrylic resin.* Bahan–bahan ini bersifat toksik dan merupakan bahan karsinogenik. Apabila bahan tersebut masuk ke dalam saluran pernafasan dapat mengakibatkan terjadinya fibrosis yang selanjutnya dapat menurunkan kapasitas vital paru dan dalam jangka panjang dapat menyebabkan kanker. Selain itu dalam cat terdapat juga bahan kimia *isocyanate* dan pelarut *toluene* yang terbukti dapat menurunkan kapasitas vital paru.[20]

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana gambaran kapasitas paru pada pekerja pengecat mobil di bengkel pengecatan mobil di Kecamatan Medan Selayang?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui bagaimana gambaran kapasitas paru pada pekerja pengecat mobil di bengkel pengecatan mobil di Kecamatan Medan Selayang.

1.3.2 Tujuan Khusus

Yang menjadi tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui gambaran karakteristik pekerja pengecat mobil di bengkel pengecatan mobil di Kecamatan Medan Selayang berdasarkan umur, masa kerja dan lama paparan.
2. Mengetahui gambaran kapasitas paru pekerja pengecat mobil di bengkel pengecatan mobil di Kecamatan Medan Selayang.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Bagi Peneliti

   Menambah pengetahuan dan wawasan peneliti mengenai kapasitas paru dan faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas paru.
2. Bagi Pekerja

   Agar mengetahui bagaimana mempertahankan kapasitas paru yang baik.
3. Bagi Pemilik Bengkel

   Agar lebih memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja para pekerja pengecat mobil.

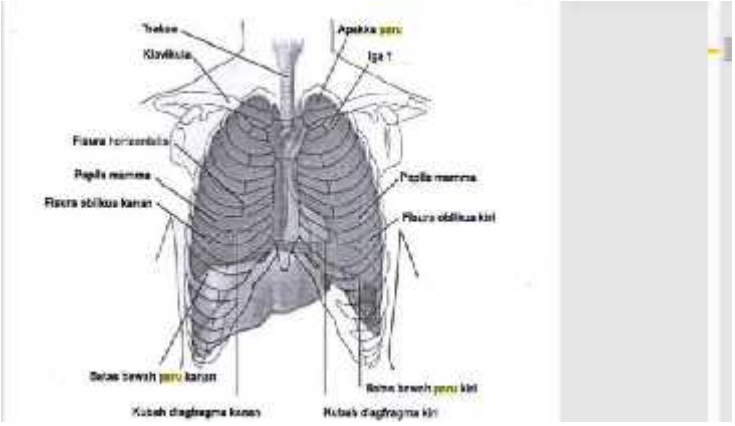
BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi dan Fisiologi Paru

2.1.1 Anatomi Paru

Manusia normal memiliki dua buah paru yaitu paru kanan dan paru kiri. Paru kanan mempunyai tiga lobus sedangkan paru kiri mempunyai dua lobus. Lobus paru terbagi menjadi beberapa segmen-paru. Paru kanan mempunyai sepuluh segmen paru sedangkan paru kiri mempunyai delapan segmen paru.[1]

Batas anterior paru kanan menuju ke bawah dimulai di belakang sendi sternoklavikular dan mencapai linea mediana pada ketinggian angulus sterni. Batas paru ini terus ke bawah melalui belakang sternum pada ketinggian sendi sternokondralis keenam. Disini batas bawah melengkung ke lateral dan sedikit ke inferior, memotong iga keenam di linea medioklavikularis. Batas ini kemudian menuju ke posterior dan medial pada ketinggian prosesus spinosus vertebra torakal kesepuluh. Pada keadaan inspirasi, batas inferior turun dua iga. Bagian inferior fisura oblikus paru kanan berakhir di batas bawah paru pada linea medioklavikularis. Batas anterior paru kiri hampir sama dengan batas anterior paru kanan, tetapi pada ketinggian kartilago iga keempat paru kiri berdeviasi ke lateral karena terdapat jantung. Batas bawah paru kiri lebih inferior dibandingkan paru kanan karena paru kanan terbatas oleh hepar.[2]



Gambar 2.1 Anatomi Paru

2.1.2 Fisiologi Paru

Fungsi utama paru adalah menyediakan oksigen bagi jaringan untuk metabolisme dan membuang produk sampingan utama dari metabolisme tersebut yaitu karbon dioksida.[2] Saat istirahat, paru menyerap 4 L/mnt udara dan 5 L/mnt darah. Pada olahraga maksimal, ventilasi dapat meningkat hingga 100 L/mnt ventilasi dan curah jantung dapat meningkat hingga 25 L/mnt.

Paru melaksanakan tugasnya sebagian besar di luar kesadaran,. Hal tersebut merupakan suatu kontrol saraf [3]. Ventilasi adalah proses pergerakan udara masuk keluar paru secara berkala sehingga udara alveolus yang lama dan telah ikut serta dalam pertukaran O_2 dan CO_2 dengan darah kapiler paru diganti oleh udara atmosfer segar. Ventilasi secara mekanis dilaksanakan dengan mengubah-ubah secara berselang - seling arah gradien tekanan untuk aliran udara antara atmosfer dan alveolus melalui ekspansi dan penciutan paru secara berkala. Kontraksi dan relaksasi otot-otot inspirasi (terutama diafragma) yang berganti-ganti secara tidak langsung menimbulkan inflasi dan deflasi periodik paru secara berkala mengembang-kempiskan rongga toraks. Gerakan ini diikuti oleh paru secara pasif [2].

Kontraksi otot inspirasi memerlukan energi. Inspirasi adalah proses aktif, tetapi ekspirasi adalah proses pasif pada saat bernapas tenang karena ekspirasi terjadi melalui penciutan elastik paru sewaktu otot–otot inspirasi melemas tanpa memerlukan energi. Untuk ekspirasi aktif yang lebih kuat, kontraksi otot-otot ekspirasi (terutama otot abdomen) semakin memperkecil rongga toraks dan paru. Hal ini semakin meningkatkan gradien tekanan intra-alveolus terhadap atmosfer.[4] Semakin besar gradien antara alveolus dan atmosfer (dalam kedua arah) maka semakin pula besar laju aliran udara karena udara terus mengalir sampai tekanan intra-alveolus seimbang dengan tekanan atmosfer. Paru dapat diregangkan ke berbagai ukuran selama inspirasi dan kemudian kembali menciut ke ukuran pra-inspirasinya selama ekspirasi karena sifat elastik paru. Sifat elastik paru bergantung pada jaringan ikat elastik di dalam paru dan pada interaksi tegangan

permukaan alveolus atau surfaktan paru. Tegangan permukaan alveolus yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara molekul-molekul air permukaan dalam film cair yang melapisi setiap alveolus cenderung menahan peregangan alveolus pada saat inflasi (menurunkan *compliance*) dan cenderung mengembalikan alveolus ke luas permukaan yang lebih kecil selama deflasi (meningkatkan rebound paru). Jika alveolus hanya dilapisi oleh air, tegangan permukaan akan sedemikian besar sehingga paru tidak memiliki *compliance* dan cenderung kolaps. Sel-sel alveolus tipe II mengeluarkan surfaktan paru yaitu suatu fosfolipoprotein yang berada di antara molekul-molekul air. Surfaktan menurunkan tegangan permukaan alveolus sehingga *compliance* paru meningkat dan akan mencegah kecenderungan alveolus untuk kolaps.

2.2 Kapasitas Paru

2.2.1 Definisi

Kapasitas paru adalah kemampuan paru-paru menampung udara pernapasan yang dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Tidal volume : Volume udara yang masuk/keluar paru selama satu kali bernapas. Nilai rata-rata pada keadaan istirahat sebesar 500 ml.
2. Volume cadangan inspirasi : Volume tambahan yang dapat secara maksimal dihirup melebihi tidal volume beristirahat. Nilai rata-ratanya sebesar 3000 ml.
3. Kapasitas inspirasi : Volume maksimum udara yang dapat dihirup pada akhir ekspirasi normal tenang. Nilai rata-ratanya sebesar 3500 ml.
4. Volume cadangan ekspirasi : Volume tambahan udara yang dapat secara aktif dikeluarkan oleh kontraksi maksimum melebihi udara yang dikeluarkan secara pasif pada akhir tidal volume biasa. Nilai rata-ratanya sebesar 1000 ml.
5. Volume residu : Volume minimum udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi maksimum.Nilai rata-ratanya sebesar 1200 ml. Volume residu

tidak dapat diukur secara langsung dengan spirometer karena volume udara ini tidak keluar-masuk paru.[5]

6. Kapasitas paru total : Volume udara maksimum yang dapat ditampung oleh paru. Nilai rata-ratanya sebesar 5700 ml.

2.2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas paru

Beberapa faktor faktor yang mempengaruhi kapasitas paru adalah sebagai berikut.

1. Penyakit yang mengganggu difusi O2 dan CO2 menembus membrane paru.
2. Penurunan ventilasi akibat kegagalan mekanis seperti penyakit neuromuskular yang mengenai otot-otot pernapasan atau akibat penekanan pusat kontrol pernapasan oleh alkohol, obat-obatan atau zat kimia lain
3. Gangguan aliran darah paru
4. Kelainan ventilasi/perfusi yang melibatkan ketidakcocokan udara dan darah sehingga pertukaran gas menjadi tidak efisien.[6]
5. Bahan-bahan iritan yang dapat menyebabkan edema paru.[7]

2.3 Bahan Kimia dalam Cat Mobil

Bahan kimia dalam cat mobil terdiri dari 3 komponen penting, yaitu tiner, binder dan pigmen. Berikut ini akan dijabarkan patofisiologi gangguan fungsi paru karena paparan bahan-bahan tersebut.

Beberapa peneliti telah melaporkan adanya efek dari tiner sebagai pelarut solvent terhadap gangguan fungsi paru. Pengukuran volume ekspirasi paksa selama detik pertama (FEV1) pada pekerja yang terpapar tiner menunjukkan adanya tanda obstruksi paru. Pengamatan pada pekerja pengecatan menunjukkan bahwa paparan tiner ini menunjukkan tanda-tanda iritasi pada saluran pernafasan. Iritasi ini selanjutnya menyebabkan terjadinya fibrosis paru sehingga pada akhirnya terjadi gangguan fungsi paru.[9]

Metabolisme dari Binder (*Acrylic Resin*) baru dipelajari pada binatang. Oleh karena itu data pada manusia masih sangat terbatas. Percobaan pada tikus menunjukkan bahwa inhalasi bahan ini selama 30 hari dengan dosis 70, 300 dan 540 ppm menunjukkan tingginya angka kematian, terutama pada dosis 540 ppm. Beberapa studi kasus tentang efek Binder terhadap fungsi paru pada manusia menunjukkan bahwa Binder menyebabkan serangan asma pada pekerja.

Beberapa pigmen yang sering dipakai pada cat mobil antara lain adalah *Cadmium*, *Chromium*, Plumbum. Metabolisme *cadmium* dalam tubuh sangat lambat meskipun progresivitasnya dapat meningkat apabila terjadi akumulasi. Penyerapan *cadmium* ke dalam tubuh dapat melalui inhalasi dan oral. Melalui inhalasi *cadmium* tergantung pada ukuran partikelnya. Sekitar 10–50% *cadmium* yang terinhalasi akan terdeposit dalam alveoli paru-paru. Sebagian dari *cadmium* yang terdeposit tersebut akan dikeluarkan melalui mekanisme klirens. Efek terhadap saluran pernafasan, inhalasi partikel *cadmium* akan menyebabkan gangguan fungsi paru berupa emfisema, kelainan obstruktif dan fibrosis paru. Kelainan tersebut akan terjadi terutama pada pekerja yang terpapar partikel *cadmium* secara kronis.

Partikel *Chromium* dalam bentuk trivalen dan heksavalen secara signifikan dapat menyebabkan gangguan fungsi paru. Gangguan fungsi paru dapat terjadi terutama pada paparan dengan dosis cukup, yaitu terjadinya iritasi saluran pernafasan. Perforasi septum nasi dan sensitisasi pulmonar pernah dilaporkan terjadi akibat paparan partikel ini meskipun kejadiannya jarang.

Penyerapan partikel *Plumbum* (Pb) melalui inhalasi dipengaruhi oleh 3 proses yaitu lokasi partikel tersebut terdeposisi, klirens mukosiliar dan kliren alveolar. Paparan partikel ini dapat menyebabkan kelainan obtruksi sebagai hasil dari meningkatnya partikel yang terdeposisi di alveoli. Keadaan ini diperparah bila pekerja juga merokok, karena mekanisme klirens yang kurang baik.[7]

Pengaruh partikel yang terhirup pada tubuh tergantung pada: Sifat fisik partikel, sifat kimia partikel deposisi partikel dan kepekaaan dan kemampuan tubuh menolak partikel.

Bentuk partikel dapat berupa partikel padat, cairan, uap dan gas. Partikel cairan dapat berupa embun (*mist*) contohnya partikel yang keluar dari *atomizer* dan butir-butir cat semprot. Uap dan gas berbeda; uap dalam keadaan normal memang berupa gas. Kelarutan partikel sangat berpengaruh sebab partikel yg dapat masuk ke dalam aliran darah adalah partikel yang mudah larut. Ukuran partikel menentukan tempat partikel akan terdeposisi.[8]

Partikel dapat berupa zat organik dan zat anorganik. Partikel organik menyebabkan pneumonitis dan proses granulomatosis akut. Partikel anorganik menyebabkan respon fibrosis pada paru yang dapat bersifat fokal ataupun difus. Partikel juga dapat bersifat inert atau juga fibrogenik. Terhirupnya gas/uap tertentu dapat menyebabkan edema paru, alveolitis akut dan *bronkiolitis fibrosa obliterans.*[9]

Deposisi partikel di dalam rongga hidung menyebabkan rhinitis, *hay fever*, perforasi septa nasalis (karena partikel krom) dan karsinoma nasalis. Deposisi partikel pada trakea dan bronkus menyebabkan bronkokonstriksi, bronkitis sampai PPOK serta dapat menyebabkan kanker paru. Deposisi pada parenkim (asinus) menyebabkan pneumonitis. Semakin kecil ukuran partikel dan semakin besar konsentrasi partikel pada udara yang terhirup akan memperbesar kemungkinan partikel akan terdeposisi di alveolus. Partikel berukuran >6µm akan tersaring di hidung. Partikel berukuran <6 µm akan tertangkap di saluran pernapasan bawah dan akan dikeluarkan melalui mekanisme eskalator mukosiliar. Partikel <2.5 µm akan dideposisi di alveolus. Bentuk partikel juga mempengaruhi letak deposisinya.

Kemampuan menolak partikel setiap orang berbeda-beda; misalnya klirens mukosiliar pada perokok dan peminum alkohol berkurang dibandingkan orang normal. Penyakit bronkitis mengurangi kemampuan klirens mukosiliar. Status imunologi juga sangat mempengaruhi reaksi tubuh terhadap partikel yang masuk.

2.4 Pengaruh Paparan Bahan Kimia Cat Mobil Terhadap Kapasitas Paru.

Cat merupakan campuran bahan kimia yang sudah dikenal sejak dahulu dan banyak digunakan diberbagai tempat. Cat semprot banyak digunakan di industri-industri mobil, mebel, pesawat, kapal laut, dan industri lain. Cat semprot lebih berbahaya daripada cat kuas karena partikelnya yang kecil dapat tersebar luas. Cat semprot mengubah substansi menjadi aerosol, yaitu kumpulan partikel halus berupa cair atau padat. Aerosol dengan ukurannya yang kecil akan mudah terhisap, sehingga potensial merupakan pajanan khususnya terhadap kesehatan paru. Selain itu juga berpotensi menyebabkan penyakit paru akibat kerja, antara lain kanker, asma, dan pneumonitis hipersensitivitas.[10] Cat juga dapat mempengaruhi beberapa organ lain seperti susunan saraf pusat, hati, ginjal, kulit, mata,organ reproduksi, jantung, dan paru. Disamping itu cat semprot yang mengandung hidrokarbon dapat disalahgunakan karena dapat memberikan sensasi euforia atau halusinasi. Intoksikasi hidrokarbon dapat menyebabkan kelainan paru bahkan kematian.[11]

Cat semprot berupa partikel halus yang dapat terhisap ke dalam saluran nafas. Lokasi deposisi partikel di saluran nafas ditentukan oleh konsentrasi, kelarutan dan ukurannya. Partikel berukuran 10 µm atau lebih akan mengendap di hidung dan faring. Partikel yang berukuran kurang dari 5 µm dapat penetrasi sampai ke alveoli sedangkan partikel berukuran sedang (5-10µm) akan mengendap di beberapa tempat di saluran nafas besar. Lokasi deposisi partikel akan memberikan respon atau penyakit yang berbeda. Faktor manusia juga berperan penting dalam berkembangnya penyakit seperti kebiasaan merokok, kecepatan aliran udara pernafasan, ukuran paru dan faktor genetik. Paru sebagai organ dengan permukaan yang luas, aliran darah yang cepat dan epitel alveolar yang tipis merupakan tempat kontak yang penting dengan substansi yang berasal dari lingkungan. Cat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui inhalasi, kontak kulit dan oral, yang merupakan pajanan potensial. Cat berisi bahan

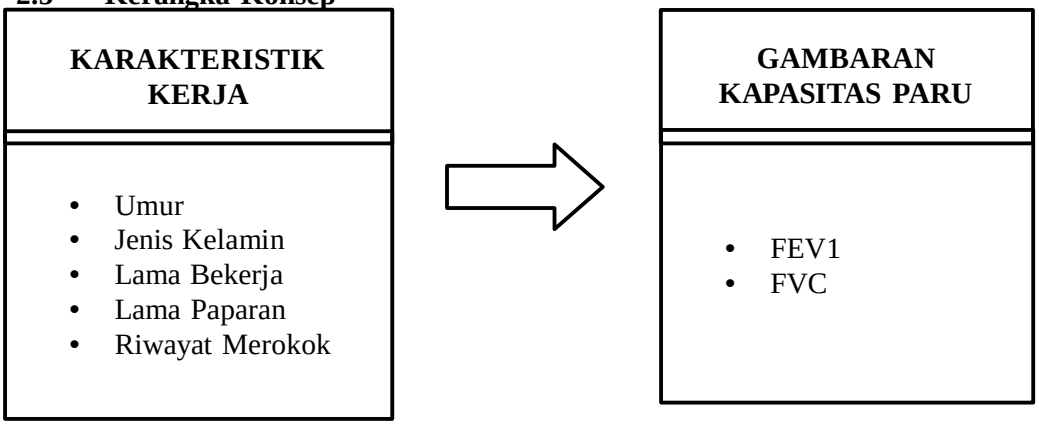
kandungan cat dan pewarna yang berupa campuran zat kimia padat dengan medium cair digunakan sebagai lapisan proteksi atau dekorasi permukaan. Cat akan mengering dengan proses oksidasi, polimerisasi dan evaporasi.

Cat pada umumnya berbahan dasar air atau minyak dan terdiri atas tiga komponen penting yakni: Tiner, Binder dan Pigmen. Semua cat mengandung pelarut/*solvent* yang biasanya berupa tiner. Tiner akan menguap segera setelah cat dioleskan. Saat itu pekerja cat dapat menghisap bahan berbahaya yang terkandung dalam *solvent*. *Solvent* dapat menyebabkan sakit kepala, pusing, iritasi mata, hidung, dan tenggorokan, masalah reproduksi dan kanker.

Binder yang dapat menyebabkan masalah kesehatan adalah resin (*epoxyresin* dan *urethane resin*). Binder menimbulkan iritasi hidung, mata, tenggorokan dan kulit).

Pigmen dalam cat berguna untuk mewarnai dan meningkatkan ketahanan cat. Banyak jenis pigmen merupakan bahan berbahaya yaitu: *Cadmium*, *Chromium* dan *Plumbum*. *Cadmium* memberi warna hijau, kuning, *oranye* dan merah. *Cadmium* dapat menyebabkan kanker paru. Chromium memberikan warna hijau, kuning, dan oranye. *Chromium* dapat menyebabkan kanker paru dan iritasi kulit, hidung, dan saluran nafas atas. *Plumbum* digunakan untuk memberi warna hijau, kuning dan merah. Plumbum dapat menyebabkan kerusakan saraf pusat.[12]

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif *cross-sectional.*

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Kecamatan Medan Selayang.

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2017.

3.3 Populasi Penelitian

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah pekerja pengecat mobil di Kecamatan Medan Selayang.

3.4 Sampel dan Cara Pemilihan Sampel

3.4.1 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pekerja pengecat mobil di Kecamatan Medan Selayang yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

3.4.2 Estimasi Besar Sampel

Penelitian ini menggunakan metode total sampling yaitu seluruh pekerja pengecat mobil yang berada di Kecamatan Medan Selayang.

3.5 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

3.5.1 Kriteria Inklusi

1. Pekerja pengecat mobil pada seluruh bengkel yang berada di kawasan Medan Selayang.
2. Pekerja pengecat mobil dengan masa kerja minimal 1 tahun.
3. Pekerja pengecat mobil yang bersedia mengikuti penelitian.

3.5.2 Kriteria Eksklusi

Pekerja pengecat mobil dengan riwayat penyakit paru.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Cara Kerja

1. Meminta permohonan izin untuk melaksanakan penelitian kepada institusi pendidikan Fakultas Kedokteran Universitas HKBP Nommensen.
2. Meminta permohonan izin kepada pemilik bengkel yang berada di kecamatan Medan Selayang untuk melakukan penelitian.
3. Menjelaskan tujuan penelitian kepada pekerja pengecatan mobil yang ada di bengkel.
4. Meminta *inform consent* kepada pekerja pengecat mobil yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.
5. Membawa pekerja pengecat mobil ke Fakultas Kedokteran Universitas HKBP Nomennsen untuk melakukan pemeriksaan Spirometri.
6. Membawa hasil pemeriksaan Spirometri kepada dokter spesialis Paru "dr.Pantas Hasibuan, M.Ked(Paru), SpP (K) Onc
7. Menganalisa data.

3.6.2 Prosedur Pemeriksaan Spirometri

1. Menyapa dan memperkenalkan diri kepada pasien, menanyakan identitas pasien
2. Menjelaskan tujuan pemeriksaan.
3. Mengisi data pasien meliputi : nama, umur, berat badan (kg), tinggi badan (cm)
4. Mengatur posisi pasien berdiri/ duduk tegak lurus, kepala mengahadap ke depan, pakaian dilonggarkan.
5. Menyambung mouthpiece ke spirometri.
6. Memasang *noseclips*.