

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Definisi Pernafasan

Menurut Price dan Wilson, pernafasan secara harfiah berarti pergerakan oksigen (O_2) dari atmosfer menuju ke sel dan keluarnya karbondioksida (CO_2) dari sel ke udara bebas. Pemakaian O_2 dan pengeluaran CO_2 diperlukan untuk menjalankan fungsi normal sel dalam tubuh, akan tetapi sebagian besar sel-sel tubuh tidak dapat melakukan pertukaran gas-gas langsung dengan udara, hal ini disebabkan oleh sel-sel yang letaknya sangat jauh dari tempat pertukaran gas tersebut. Dengan demikian, sel-sel tersebut memerlukan struktur tertentu untuk menukar maupun untuk mengangkut gas-gas tersebut. Proses pernafasan terdiri dari beberapa langkah dan terdapat peranan yang sangat penting dari sistem pernafasan, sistem saraf pusat, serta sistem kardiovaskular. Pada dasarnya, sistem pernafasan terdiri dari suatu rangkaian saluran udara yang menghantarkan udara luar agar bersentuhan dengan membran kapiler alveoli, yaitu pemisah antara sistem pernafasan dengan sistem kardiovaskular.

Saluran pernafasan terdiri dari rongga hidung, rongga mulut, faring, laring, trakea, dan paru. Laring membagi saluran pernafasan menjadi 2 bagian, yaitu saluran pernafasan atas dan saluran pernafasan bawah. Pada pernafasan yang melalui paru-paru atau pernafasan *external*, oksigen di hirup melalui hidung dan mulut. Kemudian oksigen masuk melalui trakea dan pipa bronkhial ke alveoli dan erat hubungannya dengan darah di dalam kapiler pulmonaris. Terdapat membran alveoli yang memisahkan oksigen dan darah oksigen menembus membran ini dan dipungut oleh hemoglobin sel darah merah dibawa ke jantung. Kemudian akan dipompa ke dalam

arteri di semua bagian tubuh. Darah meninggalkan paru-paru pada tekanan oksigen 100 mmHg dimana pada tingkat ini hemoglobinnya 95% (Pearce, 2007).

Adanya tekanan antara udara luar dan udara dalam paru-paru menyebabkan udara dapat masuk ataupun keluar. Perbedaan tekanan terjadi akibat perubahan besar kecilnya rongga dada, rongga perut, dan rongga alveolus. Perubahan besarnya rongga ini terjadi karena pekerjaan otot-otot pernafasan, yaitu otot antara tulang rusuk dan otot pernafasan tersebut (Kus Irianto, 2008). Maka dari itu pernafasan dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

a. Pernafasan Dada

Pernafasan dada adalah pernafasan yang menggunakan gerakan gerakan otot antar tulang rusuk. Adanya kontraksi otot-otot yang terdapat diantara tulang-tulang rusuk menyebabkan tulang dada dan tulang rusuk terangkat sehingga rongga dada membesar. Ketika rongga dada membesar, paru-paru turut mengembang sehingga volume menjadi besar. Sedangkan tekanannya lebih kecil daripada tekanan udara luar. Dalam keadaan demikian udara luar dapat masuk melalui trakea ke paru-paru (pulmonum).

b. Pernafasan Perut

Pernafasan perut adalah pernafasan yang menggunakan otot-otot diafragma. Otot-otot sekat rongga dada berkontraksi sehingga diafragma yang semula cembung menjadi agak rata, dengan demikian paru-paru dapat mengembang ke arah perut (abdomen). Pada waktu itu rongga dada bertambah besar dan udara terhirup masuk.

2. Fisiologi Pernafasan

Menurut Syaifuddin (2007), fungsi paru adalah tempat pertukaran gas oksigen dan karbondioksida pada pernafasan melalui paru/pernafasan eksternal. Tubuh melakukan usaha memenuhi kebutuhan O_2 untuk proses metabolisme dan mengeluarkan CO_2 sebagai hasil metabolisme dengan perantara organ paru dan saluran napas bersama kardiovaskuler sehingga dihasilkan darah yang kaya oksigen. Terdapat 3 tahapan dalam proses respirasi, yaitu:

a. Ventilasi

Proses keluar dan masuknya udara ke dalam paru, serta keluarnya karbondioksida dari alveoli ke udara luar. Alveoli yang sudah mengembang tidak dapat mengempis penuh karena masih adanya udara yang tersisa didalam alveoli yang tidak dapat dikeluarkan walaupun dengan ekspirasi kuat. Volume udara yang tersisa ini disebut dengan volume residu. Volume ini penting karena menyediakan O_2 dalam alveoli untuk menghasilkan darah (Guyton & Hall, 2008).

b. Difusi

Proses berpindahnya oksigen dari alveoli ke dalam darah, serta keluarnya karbondioksida dari darah ke alveoli. Dalam keadaan beristirahat normal, difusi dan keseimbangan antara O_2 di kapiler darah paru dan alveolus berlangsung kira-kira 0,25 detik dari total waktu kontak selama 0,75 detik. Hal ini menimbulkan kesan bahwa paru normal memiliki cukup cadangan waktu difusi (Price dan Wilson, 2007).

c. Perfusi

Yaitu distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan ke seluruh tubuh (Siregar & Amalia, 2007).

3. Otot-otot Pernafasan

Menurut Djojodibroto (2009), yang digolongkan ke dalam struktur pelengkap sistem pernafasan adalah struktur penunjang

yang diperlukan untuk bekerjanya sistem pernafasan tersebut. Struktur pelengkap itu sendiri terdiri dari *costae* dan otot, diafragma serta pleura. Dinding dada atau dinding thoraks dibentuk oleh tulang, otot, serta kulit. Tulang pembentuk dinding thoraks antara lain *costae* (12 buah), *vertebra thoracalis* (12 buah), *sternum*, *clavicula* dan *scapula*. Sementara itu, otot pembatas rongga dada terdiri dari:

- 1) Otot ekstremitas superior
 - a. *Musculus pectoralis major*
 - b. *Musculus pectoralis minor*
 - c. *Musculus serratus anterior*
 - d. *Musculus subclavius*
- 2) Otot anterolateral abdominal
 - a. *Musculus abdominal oblicus externus*
 - b. *Musculus rectus abdominis*
- 3) Otot thorax intrinsik
 - a. *Musculus intercostalis externa*
 - b. *Musculus intercostalis interna*
 - c. *Musculus sternalis*
 - d. *Musculus thoracis transversus*

Selain sebagai pembentuk dinding dada, otot skelet juga berfungsi sebagai otot pernafasan. Menurut kegunaannya, otot-otot pernafasan dibedakan menjadi otot untuk inspirasi, dimana otot inspirasi terbagi menjadi otot inspirasi utama dan tambahan, serta otot untuk ekspirasi tambahan.

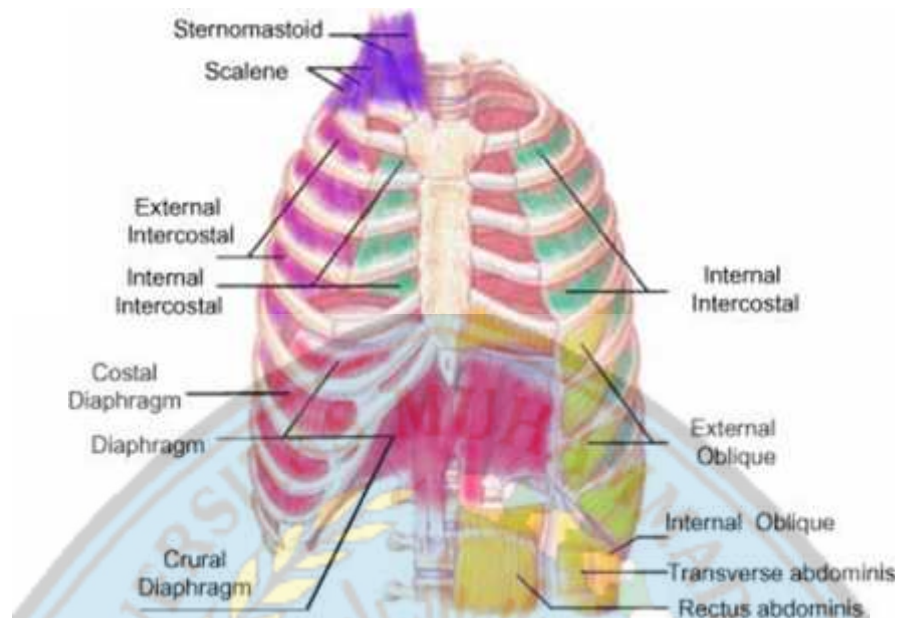
- 1) Otot inspirasi utama (*principal*) yaitu:
 - a. *Musculus intercostalis externa*
 - b. *Musculus intercartilaginus parasternal*
 - c. Otot diafragma.

- 2) Otot inspirasi tambahan (*accessory respiratory muscle*) sering juga disebut sebagai otot bantu nafas terdiri dari:
- a. *Musculus sternocleidomastoideus*
 - b. *Musculus scalenus anterior*
 - c. *Musculus scalenus medius*
 - d. *Musculus scalenus posterior*

Saat pernafasan biasa (*quiet breathing*), untuk ekspirasi tidak diperlukan kegiatan otot, cukup dengan daya elastis paru saja udara di dalam paru akan keluar saat ekspirasi berlangsung. Namun, ketika seseorang mengalami serangan asma, seringkali diperlukan *active breathing*, dimana dalam keadaan ini untuk ekspirasi diperlukan kontribusi kerja otot-otot seperti:

- 1) *Musculus intercostalis interna*
- 2) *Musculus intercartilagijs parasternal*
- 3) *Musculus rectus abdominis*
- 4) *Musculus oblique abdominis externus*

Otot-otot untuk ekspirasi juga berperan untuk mengatur pernafasan saat berbicara, menyanyi, batuk, bersin, dan untuk mengedan saat buang air besar serta saat persalinan.



Gambar 2.1 Otot-otot pernafasan

4. Mekanisme Pernafasan

Bernapas berarti melakukan inspirasi dan ekspirasi secara bergantian, teratur, berirama dan terus menerus. Bernapas merupakan gerak reflek yang terjadi pada otot-otot pernafasan. Reflek bernapas ini diatur oleh pusat pernafasan yang terletak di dalam sumsum penyambung (*medulla oblongata*). Oleh karena itu seseorang dapat menahan, memperlambat atau mempercepat napasnya, ini berarti bahwa reflek napas juga di bawah pengaruh *korteks serebri*. Pusat pernafasan sangat peka terhadap kelebihan kadar karbondioksida dalam darah dan kekurangan oksigen dalam darah (Syarifuddin, 2007).

Menurut Kus Irianto (2008), mekanisme terjadinya pernafasan terbagi dua yaitu:

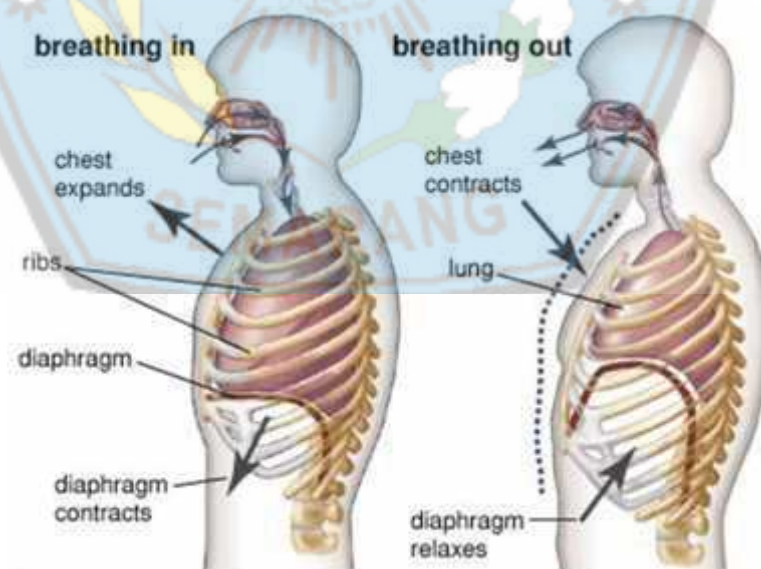
a. Inspirasi

Sebelum menarik napas / inspirasi kedudukan diafragma melengkung ke arah rongga dada, dan otot-otot dalam keadaan

mengendur. Bila otot diafragma berkontraksi, maka diafragma akan mendatar. Pada waktu inspirasi maksimum, otot antar tulang rusuk berkontraksi sehingga tulang rusuk terangkat. Keadaan ini menambah besarnya rongga dada. Mendatarnya diafragma dan terangkatnya tulang rusuk, menyebabkan rongga dada bertambah besar, diikuti mengembangnya paru-paru, sehingga udara luar melalui hidung, melalui batang tenggorok (bronkus), kemudian masuk ke paru-paru.

b. Ekspirasi

Ekspirasi merupakan proses pasif yang tidak memerlukan kontraksi otot untuk menurunkan intratorakal. Proses ekspirasi terjadi apabila otot antar tulang rusuk dan otot diafragma mengendur, maka diafragma akan melengkung ke arah rongga dada lagi, dan tulang rusuk akan kembali ke posisi semula. Kedua hal tersebut menyebabkan rongga dada mengecil, sehingga udara dalam paru-paru terdorong ke luar. Inilah yang disebut mekanisme ekspirasi.



Gambar 2.2 Mekanisme Inspirasi dan Ekspirasi

Sumber: (Anonim 2011)

5. Proses Pertukaran Gas dalam Paru

Oksigen merupakan zat kebutuhan utama dalam proses pernafasan. Oksigen untuk pernafasan diperoleh dari udara di lingkungan sekitar. Alat-alat pernafasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air. Tujuan proses pernafasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energi. Sistem pernafasan pada manusia mencakup dua hal, yakni saluran pernafasan dan mekanisme pernafasan. Saluran pernafasan atau traktus respiratorius (*respiratory tract*) adalah bagian tubuh manusia yang berfungsi sebagai tempat lintasan dan tempat pertukaran gas yang diperlukan untuk proses pernafasan. Saluran ini berpangkal pada hidung atau mulut dan berakhir pada paru-paru.

Menurut Pearce, paru-paru berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dan gas karbondioksida. Saat proses pernafasan terjadi, oksigen masuk melalui trakea dan pipa bronchial ke alveoli, dan erat hubungannya dengan darah di dalam kapiler pulmonaris. Oksigen dari darah merah yang akan dibawa ke jantung dipisahkan oleh membran alveoli kapiler kemudian akan dipompa di dalam arteri ke semua bagian tubuh. Darah meninggalkan paru-paru pada tekanan oksigen 10 mmHg dan pada tingkat ini hemoglobinnya 95% jenuh oksigen. Pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara darah dan udara berlangsung di alveolus paru-paru. Pertukaran tersebut diatur oleh kecepatan dan didalamnya aliran udara timbal balik (pernafasan), dan tergantung pada difusi oksigen dari alveoli ke dalam darah kapiler dinding alveoli. Hal yang sama berlaku pada gas dan uap yang terhidup paru-paru yang merupakan jalur masuk terpenting dari bahan-bahan berbahaya lewat udara pada paparan kerja.

6. Mekanisme Sistem Kerja Pernafasan

Terdapat beberapa mekanisme yang berperan membawa udara

ke dalam paru sehingga pertukaran gas dapat berlangsung. Fungsi mekanisme pergerakan udara masuk dan keluar dari paru disebut ventilasi. Mekanisme ini dilaksanakan oleh sejumlah komponen yang saling berinteraksi. Pompa pernafasan merupakan pompa yang bergerak maju mundur dan mempunyai dua komponen penting yaitu volume elastis paru itu sendiri dan dinding yang mengelilingi paru. Dinding tersebut terdiri dari rangka, jaringan rangka thoraks, diafragma, isi abdomen serta dinding abdomen. Otot-otot pernafasan yang merupakan bagian dinding thoraks adalah sumber kekuatan untuk menghembuskan pompa. Diafragma dibantu oleh otot-otot yang dapat mengangkat tulang iga dan sternum merupakan otot utama yang ikut berperan dalam peningkatan volume paru dan rangka thoraks selama inspirasi.

Otot-otot pernafasan diatur oleh pusat pernafasan yang terdiri dari neuron dan reseptor pada *pons* dan *medulla oblongata*. Pusat pernafasan merupakan bagian sistem saraf yang mengatur semua aspek pernafasan. Faktor utama pada pengaturan pernafasan adalah respon dari pusat kemoreseptor dalam pusat pernafasan terhadap tekanan parsial (tegangan) karbondioksida (PaCO_2) dan pH darah arteri. Peningkatan PaCO_2 atau penurunan pH merangsang pernafasan. Penurunan tekanan parsial O_2 dalam darah arteri PaO_2 dapat juga merangsang ventilasi. Kemoreseptor perifer yang terdapat dalam badan karotis pada bifurkasio arteria karotis komunis dan dalam badan aorta pada arkus aorta peka terhadap penurunan PaO_2 dan pH serta peningkatan PaCO_2 . Akan tetapi PaO_2 harus turun dari nilai normal kira-kira sebesar 90 sampai 100 mmHg hingga mencapai sekitar 60 mmHg sebelum ventilasi mendapat rangsangan yang cukup berarti (Price dan Wilson, 2007).

Menurut Martini (2008), pada saat inspirasi mencapai batas tertentu terjadi stimulasi pada reseptor regangan dalam otot polos paru untuk menghambat aktivitas neuron inspirasi. Dengan

demikian reflek ini mencegah terjadinya over inflasi paru-paru saat aktivitas berat. Mekanisme ini disebut dengan *Hering- Breuer Refleks*. Refleks ini dibagi menjadi:

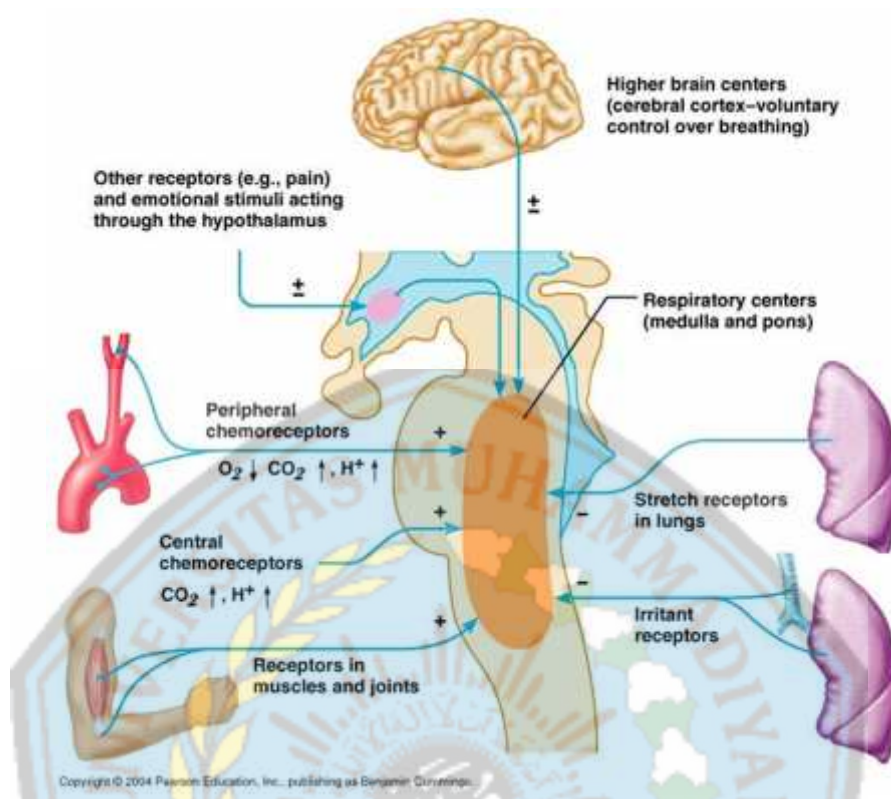
1. Refleks Inflasi

Untuk menghambat over ekspansi paru-paru saat pernafasan kuat. Reseptor reflek ini terletak pada jaringan otot polos di sekeliling bronkiolus dan distimulasi oleh ekspansi paru-paru.

2. Refleks Deflasi

Untuk menghambat pusat ekspirasi dan menstimulasi pusat inspirasi saat paru-paru mengalami deflasi. Reseptor reflek ini terletak di dinding alveolar. Berfungsi secara normal hanya ketika ekshalasi maksimal, saat pusat inspirasi dan ekspirasi aktif.





Gambar 2.3 Kontrol terhadap pernafasan

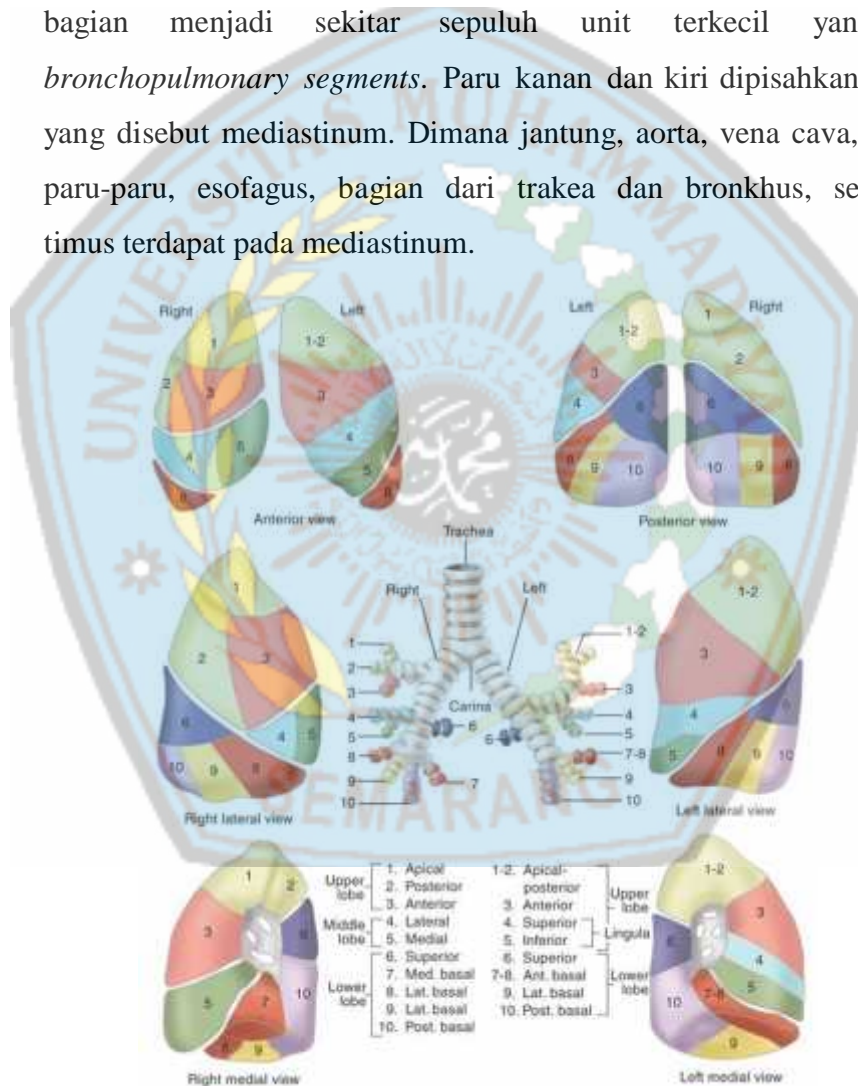
(Sumber: Pearson Education, Inc)

2. Anatomi Paru

Paru-paru merupakan organ pernafasan yang dibentuk oleh struktur- struktur yang ada di dalam tubuh, seperti: arteri pulmonaris, vena pulmonaris, bronkus, arteri bronkhailis, vena bronkhailis, pembuluh limfe dan kelenjar limfe (Guyton & Hall, 2008). Struktur paru-paru seperti spon yang elastis dengan daerah permukaan dalam yang sangat lebar untuk pertukaran gas. Di dalam paru, bronkiolus bercabang-cabang halus dengan diameter ± 1 mm, dindingnya makin menipis dibandingkan dengan bronkus. Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan, tetapi rongganya masih mempunyai silia dan di bagian ujung mempunyai epitelium berbentuk kubus bersilia. Pada bagian distal kemungkinan tidak terdapat silia. Bronkiolus berakhir pada kantong udara yang disebut dengan alveolus. Alveolus terdapat pada ujung

akhir bronkiulus berupa kantong kecil yang salah satu sisinya terbuka sehingga menyerupai busa atau mirip sarang tawon. Alveolus berselaput tipis dan terdapat banyak muara kapiler darah sehingga memungkinkan adanya difusi gas pernafasan didalamnya.

Menurut Irman Somantri (2008), paru-paru terbagi menjadi dua bagian yaitu paru kanan yang terdiri dari tiga lobus sedangkan paru kiri terdiri dari dua lobus. Setiap paru-paru terbagi lagi menjadi beberapa sub bagian menjadi sekitar sepuluh unit terkecil yang disebut *bronchopulmonary segments*. Paru kanan dan kiri dipisahkan oleh ruang yang disebut mediastinum. Dimana jantung, aorta, vena cava, pembuluh paru-paru, esofagus, bagian dari trakea dan bronkus, serta kelenjar timus terdapat pada mediastinum.



Gambar 2.4 Anatomi organ paru

(Sumber: Frank H. Netter)

Selaput yang membungkus paru disebut dengan Pleura. Menurut (Anonim, 2015), pleura adalah lapisan tisu tipis yang menutupi paru-paru dan melapisi dinding bagian dalam rongga dada. Melindungi dan membantali paru-paru, jaringan ini mengeluarkan sejumlah kecil cairan yang bertindak sebagai pelumas, yang memungkinkan paru-paru untuk bergerak dengan lancar di rongga dada saat bernapas.

Menurut Price dan Wilson (2006), ada 2 macam pleura yaitu pleura parietalis dan pleura viseralis. Pleura parietalis melapisi toraks atau rongga dada sedangkan pleura viseralis melapisi paru-paru. Kedua pleura ini bersatu pada hilus paru. Dalam beberapa hal terdapat perbedaan antara kedua pleura ini yaitu pleura viseralis bagian permukaan luarnya terdiri dari selapis sel mesotelial yang tipis (tebalnya tidak lebih dari 30 μm). Diantara celah - celah sel ini terdapat beberapa sel limfosit. Di bawah sel-sel mesotelia ini terdapat endopleura yang berisi fibrosit dan histiosit. Seterusnya dibawah ini (dinamakan lapisan tengah) terdapat jaringan kolagen dan serat-serat elastik.

Pada lapisan terbawah terdapat jaringan interstitial subpleura yang sangat banyak mengandung pembuluh darah kapiler dari A. Pulmonalis dan A. Brankialis serta pembuluh getah bening. Keseluruhan jaringan pleura viseralis ini menempel dengan kuat pada jaringan parenkim paru. Pleura parietalis mempunyai lapisan jaringan lebih tebal dan terdiri dari sel-sel mesotelial juga dan jaringan ikat (jaringan kolagen dan serat-serat elastik). Dalam jaringan ikat, terdapat pembuluh kapiler dari A. Interkostalis dan A. Mammaria interna, pembuluh getah bening dan banyak reseptor saraf-saraf sensorik yang peka terhadap rasa sakit dan perbedaan temperatur. Sistem persarafan ini berasal dari *nervus intercostalis* dinding dada. Keseluruhan jaringan pleura parietalis ini menempel dengan mudah, tapi juga mudah dilepaskan dari dinding dada di atasnya.

Di antara pleura terdapat ruangan yang disebut spasiu pleura, yang mengandung sejumlah kecil cairan yang melicinkan permukaan dan memungkinkan keduanya bergeser secara bebas pada saat ventilasi. Cairan tersebut dinamakan cairan pleura. Cairan ini terletak antara paru dan thoraks. Tidak ada ruangan yang sesungguhnya memisahkan pleura parietalis dengan pleura viseralis sehingga apa yang disebut sebagai rongga pleura atau kavitas pleura hanyalah suatu ruangan potensial. Tekanan dalam rongga pleura lebih rendah daripada tekanan atmosfer sehingga mencegah kolaps paru.

Jumlah normal cairan pleura adalah 10-20 cc. Cairan pleura berfungsi untuk memudahkan kedua permukaan pleura parietalis dan pleura viseralis bergerak selama pernapasan dan untuk mencegah pemisahan toraks dan paru yang dapat dianalogikan seperti dua buah kaca obyek yang akan saling melekat jika ada air. Kedua kaca obyek tersebut dapat bergeseran satu dengan yang lain tetapi keduanya sulit dipisahkan. Cairan pleura dalam keadaan normal akan bergerak dari kapiler di dalam pleura parietalis ke ruang pleura kemudian diserap kembali melalui pleura viseralis. Hal ini disebabkan karena perbedaan tekanan antara tekanan hidrostatis darah yang cenderung mendorong cairan keluar dan tekanan onkotik dari protein plasma yang cenderung menahan cairan agar tetap di dalam. Selisih perbedaan absorpsi cairan pleura melalui pleura viseralis lebih besar daripada selisih perbedaan pembentukan cairan oleh pleura parietalis dan permukaan pleura viseralis lebih besar dari pada pleura parietalis sehingga dalam keadaan normal hanya ada beberapa mililiter cairan di dalam rongga pleura.

3. Volume Paru

Volume paru akan berubah-ubah ketika proses pernapasan berlangsung. Saat inspirasi akan mengembang dan saat ekspirasi akan mengempis. Pada keadaan normal, pernapasan terjadi secara pasif dan berlangsung tanpa disadari (Mengkid, 2006). Volume udara di

paru-paru selama proses pernafasan tidak tetap. Salah satu factor penyebabnya adalah cara bernafas. Beberapa parameter yang menggambarkan volume paru adalah :

a. Volume Tidal (*Tidal Volume = TV*)

Volume tidal adalah volume udara hasil inspirasi atau ekspirasi pada setiap kali bernapas normal. Volume udara tidal bervariasi tergantung pada tingkat kegiatan seseorang. Pada kondisi tubuh istirahat, volume tidal sebanyak kira-kira 500 mililiter pada rata-rata orang dewasa muda, dan besarnya akan meningkat bila kegiatan tubuh meningkat. Dari 500 mililiter udara tidal yang dipernapaskan pada kondisi istirahat tersebut hanya 350 mililiter saja yang dapat sampai di alveolus, sedang yang 150 mililiter mengisi ruang yang terdapat pada saluran respirasi (disebut ruang rugi).

b. Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*)

Volume cadangan inspirasi adalah udara yang masih dapat dihirup setelah inspirasi biasa sampai mencapai inspirasi maksimal. Volume cadangan inspirasi juga disebut udara komplementer. Umumnya pada laki-laki sebesar 3.300 mililiter dan pada wanita sebesar 1.900 mililiter.

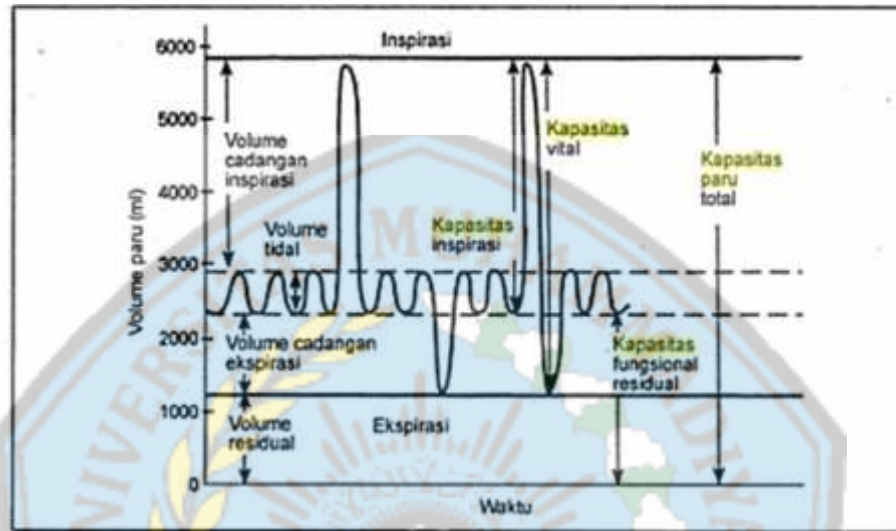
c. Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume = ERV*)

Volume cadangan ekspirasi adalah udara yang masih dapat dikeluarkan setelah melakukan ekspirasi biasa sampai mencapai ekspirasi maksimal. Volume cadangan ekspirasi juga disebut udara suplementer. Pada laki-laki 1.000 ml, sedangkan perempuan 700 ml.

d. Volume Residu (*Residual Volume =RV*)

Volume residu adalah volume gas dalam paru yang masih

tertinggal saat akhir ekspirasi maksimal, dengan kata lain volume residu adalah kapasitas paru total dikurangi kapasitas vital. Udara yang masih tersisa didalam paru sesudah ekspirasi maksimal sekitar 1100ml.



Gambar 2.5 Grafik volume udara pernafasan pada manusia

(Sumber: Guyton and Hall, 2008)

4. Kapasitas Vital Paru

Menurut Guyton & Hall (2008), kapasitas vital paru adalah volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi, volume ini merupakan jumlah maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru setelah terlebih dahulu penghisapan secara maksimum. Kapasitas vital rata-rata pada pria muda dewasa kira-kira 4,6 liter, dan pada wanita muda dewasa kira-kira 3,1 liter. Meskipun nilai itu jauh lebih besar pada beberapa orang dengan berat badan yang sama pada orang lain. Orang yang memiliki postur tubuh yang tinggi dan kurus biasanya mempunyai kapasitas paru yang lebih besar dari pada orang yang gemuk dan seorang atlet yang terlatih baik, mungkin mempunyai kapasitas vital 30- 40 % diatas normal yaitu 6-7 liter. Dalam keadaan yang normal, kedua paru-paru dapat menampung udara sebanyak -5 liter. Waktu ekspirasi, di dalam paru-

paru masih tertinggal ± 3 liter udara. Pada saat kita bernapas biasa udara yang masuk ke dalam paru-paru 2.600 cm³ (2 1/2 liter).

Menurut Rahmah (2008), kapasitas paru-paru dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Kapasitas Vital (*Vital Capacity/VC*)

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. Laki laki umur 20-40 tahun kapasitas vital paru 3400, perempuan usia 20-30 tahun sebesar 1800

b. Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity/IC*)

Volume udara yang dapat diinspirasi setelah akhir ekspirasi normal. Besarnya sama dengan jumlah VT dengan IRV. Laki laki umur 20-40 tahun kapasitas vital paru 3600, perempuan usia 20-30 tahun sebesar 2400

c. Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity/FRC*)

Kapasitas residu fungsional adalah jumlah udara yang masih tetap berada dalam paru setelah ekspirasi normal. Besar FRC sama dengan jumlah dari RV dengan ERV. Laki laki umur 20-40 tahun kapasitas vital paru 6000, perempuan usia 20-30 tahun sebesar 3400

d. Kapasitas Vital Paksa (*Forced Expiratory Capacity/FVC*)

Jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara paksa setelah inspirasi secara maksimal, diukur dalam liter.

e. Kapasitas Vital Paksa 1 detik (*Forced Expiratory Capacity in One Second/FEV₁*)

Jumlah udara yang dapat dikeluarkan dalam waktu 1 detik, diukur dalam liter. Bersama dengan FVC merupakan indikator utama fungsi paru-paru. FEV₁/FVC merupakan rasio FEV₁/FVC. Pada orang dewasa sehat nilainya sekitar 75% - 80%. Sementara menurut Hood (2005), ada dua macam kapasitas vital paru berdasarkan cara pengukurannya:

1) *Vital Capacity* (VC)

Pada pengukuran jenis ini individu tidak perlu melakukan aktivitas pernapasan dengan kekuatan penuh.

2) *Forced Vital Capacity* (FVC)

Pada pengukuran ini pemeriksaan dilakukan dengan kekuatan maksimal. Pada orang normal tidak ada perbedaan antara kapasitas vital dan kapasitas vital paksa, tetapi pada keadaan dengan gangguan obstruktif terdapat perbedaan antara kapasitas vital dan kapasitas vital paksa. Kapasitas vital merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas jaringan paru, atau kekakuan pergerakan dinding toraks. Kapasitas vital yang menurun dapat diartikan adanya kekakuan jaringan paru atau dinding toraks, dengan kata lain kapasitas vital mempunyai korelasi yang baik dengan *compliance* paru atau dinding toraks. Pada kelainan obstruksi yang ringan kapasitas vital hanya mengalami penurunan sedikit atau mungkin normal.

5. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang, yaitu:

1. Usia

Dalam keadaan yang normal kedua paru-paru dapat

menampung sebanyak ± 5 liter. Saat ekspirasi terjadi, di dalam paru-paru masih tertinggal ± 3 liter udara. Pada waktu bernafas biasa udara yang masuk ke dalam paru-paru 2600 cc (2,5 liter) jumlah pernafasan. Dalam keadaan normal:

- a. Orang Dewasa: 16-18 kali per menit
- b. Anak-anak : 24 kali per menit
- c. Bayi kira-kira : 30 kali per menit

Walaupun pada pernapasan pada orang dewasa lebih sedikit daripada anak-anak dan bayi, akan tetapi kapasitas vital paru orang dewasa lebih besar dibandingkan dengan anak-anak dan bayi. Dalam keadaan tertentu dapat berubah misalnya akibat dari suatu penyakit, pernafasan bisa bertambah cepat atau sebaliknya (Trisnawati, 2007). Umur merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru. Semakin bertambahnya umur, terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta kemungkinan terkena suatu penyakit, maka kemungkinan terjadinya penurunan fungsi paru dapat terjadi lebih besar. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur 30 tahun ke atas rata-rata 3.000 ml sampai 3.500 ml, dan pada orang yang berusia 50 tahunan kapasitas paru kurang dari 3.000 ml. Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah tidak terkecuali gangguan fungsi paru dalam hal ini kapasitas vital paru. Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu atau faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok serta kebiasaan olahraga/aktivitas fisik yang rendah. Rata-rata pada usia 30 – 40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin

bertambah umur semakin bertambah pula gangguan yang terjadi (Guyton & Hall, 2008).

2. Jenis kelamin

Kapasitas vital paru berpengaruh terhadap jenis kelamin seseorang. Volume dan kapasitas paru pada wanita kira-kira 20 sampai 25 % lebih kecil dari pada pria (Guyton & Hall, 2008). Menurut Tambayong (2007) disebutkan bahwa kapasitas paru pada pria lebih besar yaitu 4,8 L dibandingkan pada wanita yaitu 3,1 L.

Frekuensi pernapasan pada laki-laki lebih cepat dari pada perempuan karena laki-laki membutuhkan banyak energi untuk beraktivitas, berarti semakin banyak pula oksigen yang diambil dari udara hal ini terjadi karena lelaki umumnya beraktivitas lebih banyak dari pada perempuan.

3. Status gizi

Status Gizi seseorang dapat mempengaruhi kapasitas vital paru. Seseorang dengan kategori kurus dan tinggi biasanya kapasitas vitalnya lebih dari orang gemuk pendek. Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai resiko penyakit-penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan secara berkesinambungan. Salah satu cara adalah dengan mempertahankan berat badan ideal atau normal.

4. Kondisi kesehatan

Kondisi kesehatan dapat mempengaruhi kapasitas vital paru seseorang. Kekuatan otot-otot pernapasan dapat berkurang akibat sakit. Gangguan kesehatan yang terjadi pada seseorang yang diakibatkan karena infeksi pada saluran pernafasan dapat

mengakibatkan penurunan fungsi paru (Pestatarce, 2007).

5. Riwayat penyakit

Dalam beberapa penelitian diperoleh hasil bahwa seseorang yang mempunyai riwayat menderita penyakit paru berhubungan secara bermakna dengan terjadinya gangguan fungsi paru. Dari hasil penelitian Soedjono (2002) dan Nugraheni (2008) diperoleh hasil bahwa pekerja yang mempunyai riwayat penyakit paru mempunyai risiko 2 kali lebih besar untuk mengalami gangguan fungsi paru. Seseorang yang pernah mengidap penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi sehingga alveolus akan sedikit mengalami pertukaran udara. Akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah. Banyak ahli juga berkeyakinan bahwa penyakit emfisema kronik, pneumonia, asma bronkiale, *tuberculosis* dan sianosis akan memperberat kejadian gangguan fungsi paru.

6. Riwayat pekerjaan

Riwayat pekerjaan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit akibat kerja. Hubungan antara penyakit dengan pekerjaan dapat diduga dengan adanya riwayat perbaikan keluhan pada akhir minggu atau hari libur diikuti peningkatan keluhan untuk kembali bekerja, setelah bekerja ditempat yang baru atau setelah digunakan bahan baru di tempat kerja.

7. Kebiasaan merokok

Menurut Depkes RI (2013) merokok menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru-paru. Pada saluran napas besar, sel mukosa membesar (hipertrofi) dan kelenjar mukus bertambah banyak. Pada saluran pernapasan kecil, terjadi radang ringan hingga terjadi penyempitan akibat bertambahnya sel dan

penumpukan lendir. Pada jaringan paru terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan anatomi saluran napas, pada perokok akan timbul perubahan fungsi paru-paru dan segala macam perubahan klinisnya. Hal ini menjadi dasar utama terjadinya penyakit obstruksi paru menahun. Kebiasaan merokok dan akan mempercepat penurunan faal paru. Penurunan volume ekspirasi paksa pertahun adalah 28,7 ml untuk non perokok, 38,4 ml untuk bekas perokok, dan 41,7 ml perokok aktif. Pengaruh asap rokok dapat lebih besar dari pada pengaruh debu hanya sekitar sepertiga dari pengaruh buruk rokok

8. Kebiasaan olahraga

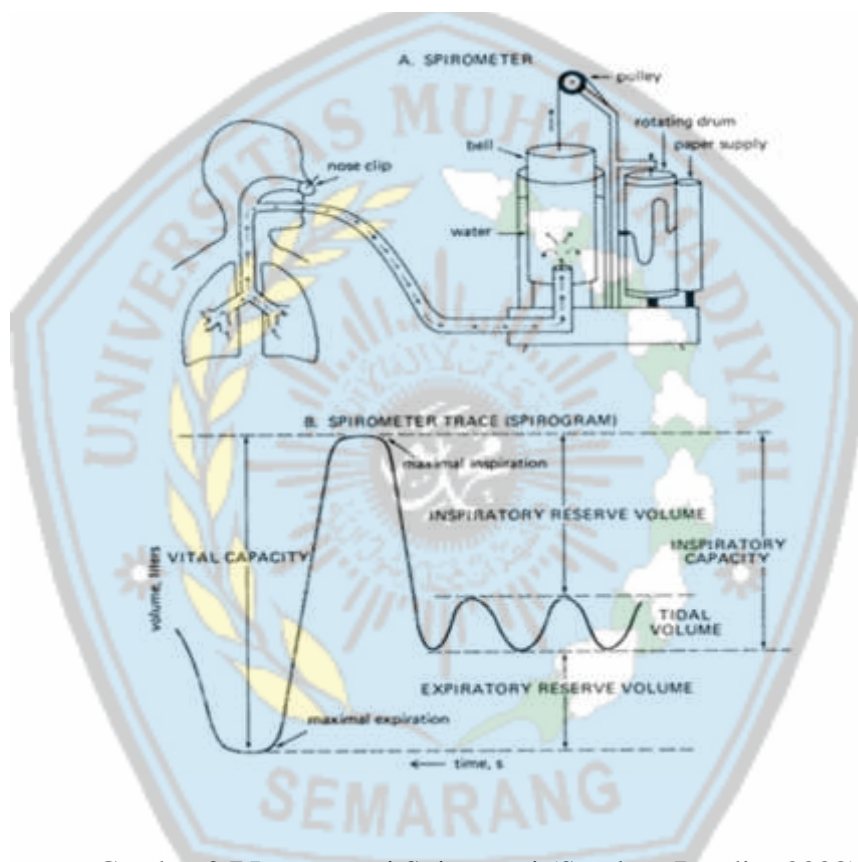
Olah raga atau latihan fisik yang dilakukan secara teratur akan menyebabkan peningkatan kesegaran dan ketahanan fisik yang optimal, pada saat latihan terjadi kerja sama berbagai lelah otot, kelenturan otot, kecepatan reaksi, ketangkasan, koordinasi gerakan dan daya tahan sistem kardiorespirasi. Kapasitas vital paru dan olah raga mempunyai hubungan yang timbal balik, gangguan kapasitas vital paru dapat mempengaruhi kemampuan olah raga. Sebaliknya latihan fisik yang teratur atau olahraga dapat meningkatkan kapasitas vital paru. Kebiasaan olahraga akan meningkatkan kapasitas paru 30-40% (Guyton & Hall, 2008). Kapasitas vital paru dapat dipengaruhi oleh kebiasaan seseorang melakukan olahraga. Olah raga dapat meningkatkan aliran darah melalui paru-paru sehingga menyebabkan oksigen dapat berdifusi ke dalam kapiler paru dengan volume yang lebih besar atau maksimum. Kapasitas vital pada seorang atlet lebih besar daripada orang yang tidak pernah berolahraga.

6. Spirometri

Spirometri (pengukuran nafas) adalah pemeriksaan yang bertujuan untuk mengetahui adanya gangguan di paru-paru dan saluran pernapasan. Alat yang digunakan untuk pengukuran spirometri disebut dengan spirometer. Spirometer adalah suatu alat sederhana yang dilengkapi pompa atau bel yang akan bergeser pada waktu pasien bernafas kedalamnya melalui sebuah katup dan tabung penghubung. Pada waktu menggunakan spirometer, grafik akan terekam pada sebuah drum yang dapat berputar dengan sebuah pena pencatat. Pengukuran volume paru statis dalam praktik digunakan untuk mencerminkan elastisitas paru dan toraks. Pengukuran yang paling berguna adalah VC, TLC, FRC, dan RV. Penyakit yang membatasi pengembangan paru (gangguan restriktif) akan mengurangi volume-volume ini. Sebaliknya, penyakit yang menyumbat saluran nafas hampir selalu dapat meningkatkan FRC dan RV akibat hiperinflasi paru (Price dan Wilson, 2007).

Pemeriksaan spirometri sering dianggap sebagai pemeriksaan sederhana namun sebenarnya merupakan pemeriksaan yang sangat kompleks. Variabilitas hasil pemeriksaan spirometri lebih besar daripada pemeriksaan lain karena tidak konsistennya usaha subyek. Karena itu sangat diperlukan pemahaman, koordinasi dan kerjasama yang baik antara teknisi dan subyek agar didapatkan hasil yang optimal. Faktor-faktor yang dapat meningkatkan hasil pemeriksaan spirometri adalah peralatan yang akurat, prosedur pemeriksaan yang baik, program pengendalian mutu berkelanjutan, nilai acuan yang tepat, dan algoritma interpretasi hasil yang baik (Anonim, 2013).

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



Gambar 2.7 Interpretasi Spirometri (Sumber: Benditt, 2008)

B. ROKOK

1. Definisi Rokok

Rokok adalah gulungan tembakau yang dibalut dengan kertas atau daun nipah. Menurut Purnama (1998) dalam Alamsyah (2009), rokok umumnya terbagi menjadi tiga kelompok yaitu rokok putih, rokok kretek, dan cerutu. Bahan baku rokok adalah daun tembakau yang dirajang dan dikeringkan. Cerutu biasanya

berbentuk seperti kapal selam dengan ukuran yang lebih besar dan lebih panjang berbanding rokok putih dan rokok kretek. Cerutu terdiri dari daun tembakau yang dikeringkan saja tanpa dirajang, digulung menjadi silinder besar lalu diberikan lem. Gulungan tembakau yang dikeringkan, dirajang, dan dibungkus dengan kertas rokok dikenali sebagai rokok putih. Apabila ditambah cengkeh atau bahan lainnya dalam rokok putih ia dikenali sebagai rokok kretek (Khoirudin, 2006).

2. Definisi Merokok dan Perokok

Merokok pada dasarnya adalah kegiatan atau aktivitas membakar rokok yang kemudian dihisap dan dihembuskan keluar sehingga orang yang disekitarnya juga bias terhisap asap rokok yang dihembuskannya (Nasution, 2007). Menurut Alamsyah (2009), perokok adalah seseorang yang merokok sekurang-kurangnya satu batang per hari selama sekurang-kurangnya satu tahun.

3. Klasifikasi Perokok

Perokok pada garis besarnya dibagi menjadi dua yaitu perokok aktif dan perokok pasif. Perokok aktif adalah orang yang langsung menghisap asap rokok dari rokoknya, sedangkan perokok pasif adalah orang-orang yang tidak merokok, namun ikut menghisap asap sampingan selain asap utama yang dihembuskan balik oleh perokok. Dari beberapa pengamatan dilaporkan bahwa perokok pasif menghisap lebih banyak bahan beracun dari pada seorang perokok aktif (Khoirudin, 2007).

Sweeting (1990) dalam Alamsyah (2009), mengklasifikasikan perokok atas tiga kategori, yaitu:

- a. Bukan perokok (*non-smoker*), seseorang yang belum pernah mencoba merokok sama sekali.
- b. Perokok eksperimental (*experimentalsmokers*), seseorang yang telah mencoba merokok tetapi tidak menjadikannya suatu kebiasaan.

- c. Perokok tetap (*regular smokers*), seseorang yang teratur merokok baik dalam hitungan mingguan atau dengan intensitas yang lebih tinggi.

Menurut Bustan (1997) dalam Khoirudin (2006), yang dikatakan perokok ringan adalah perokok yang menghisap 1–10 batang rokok sehari, perokok sedang, 11–20 batang sehari, dan perokok berat lebih dari 20 batang rokok sehari. Sitepoe (2000) dalam Alamsyah (2009), membagikan perokok kepada empat kelompok, yaitu perokok ringan, sedang, dan berat sama seperti menurut Bustan (1997) dan kelompok keempat, yaitu perokok yang menghisap rokok dalam-dalam. Berdasarkan lamanya, merokok dapat dikelompokkan sebagai berikut, merokok selama kurang dari 10 tahun, antara 10–20 tahun, dan lebih dari 20 tahun.

4. Kandungan Bahan Kimia dalam Rokok

Tiap rokok mengandung kurang lebih dari pada 4000 elemen, dan hampir 200 diantaranya dinyatakan berbahaya bagi kesehatan. Racun utama pada rokok adalah nikotin, karbonmonoksida, dan tar. Zat-zat kandungan rokok ini adalah yang paling berbahaya bagi tubuh. Rokok putih mengandung 14–15 mg tar dan 5 mg nikotin, sementara rokok kretek mengandung sekitar 20 mg tar dan 4–5 mg nikotin. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan tar dan nikotin pada rokok kretek lebih tinggi dari pada rokok putih. Kandungan tar dan nikotin pada cerutu adalah yang paling tinggi jika dibandingkan dengan rokok putih dan rokok kretek oleh karena ukurannya yang lebih besar (Khoirudin, 2006) :

1) Nikotin

Nikotin merupakan zat yang bisa meracuni saraf, meningkatkan tekanan darah, menimbulkan penyempitan pembuluh darah perifer, dan menyebabkan ketagihan dan ketergantungan pada pemakainya. Selain itu, nikotin juga

mengganggu sistem saraf simpatis dengan merangsang pelepasan adrenalin, meningkatkan frekuensi denyut jantung, tekanan darah dan kebutuhan oksigen jantung, serta menyebabkan gangguan irama jantung. Nikotin juga mengganggu kerja otak, dan banyak bagian tubuh yang lain. Nikotin mengaktifkan trombosit dan menyebabkan adhesi trombosit ke dinding pembuluh darah. Perangsangan reseptor pada pembuluh darah oleh nikotin akan mengakibatkan peningkatan sistolik dan diastolik, yang selanjutnya akan mempengaruhi kerja jantung. Penyempitan pembuluh darah perifer akibat nikotin akan meningkatkan risiko terjadinya aterosklerosis, selain juga meningkatkan tekanan darah (Khoirudin, 2006).

2) Karbon monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) memiliki kecenderungan yang kuat untuk berikatan dengan hemoglobin dalam eritrosit. Hemoglobin seharusnya berikatan dengan oksigen untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Karena CO lebih kuat berikatan dengan hemoglobin daripada oksigen, CO akan bersaing untuk menempati tempat oksigen pada hemoglobin. Menurut Amalia (2002) dalam Khoirudin (2006), kadar gas CO dalam darah bukan perokok kurang dari 1%, sementara dalam darah perokok mencapai 4–15%. Gas ini akan menimbulkan desaturasi haemoglobin dan menurunkan penghantaran oksigen ke jaringan seluruh tubuh. Karbonmonoksida juga mengganggu pelepasan oksigen, mempercepat aterosklerosis, menurunkan kapasitas latihan fisik, dan meningkatkan viskositas darah sehingga mempermudah penggumpalan darah (Khoirudin, 2006).

3) Tar

Tar merupakan komponen padat asap rokok yang bersifat

karsinogen. Kadar tar dalam rokok berkisar 24–45 mg. Pada saat rokok dihisap, tar masuk ke dalam rongga mulut dalam bentuk uap padat. Setelah dingin, tar akan menjadi padat dan membentuk endapan berwarna coklat pada permukaan gigi, saluran pernafasan dan paru. Pengendapan ini bervariasi antara 3–40 mg per batang rokok (Khoirudin, 2006).

5. Pengaruh Asap Rokok pada Paru

Merokok merupakan faktor risiko utama terjadinya PPOK. Gangguan respirasi dan penurunan faal paru paling sering terjadi pada perokok. Usia mulai merokok, jumlah bungkus rokok pertahun, dan perokok aktif mempengaruhi angka kematian. Perokok pasif dan merokok selama hamil juga merupakan faktor risiko terjadinya PPOK. Di Indonesia, 70% kematian karena penyakit paru kronik dan emfisema adalah akibat penggunaan tembakau. Lebih daripada setengah juta penduduk Indonesia pada tahun 2001 menderita penyakit saluran pernafasan yang disebabkan oleh penggunaan tembakau (Nisa, 2010). Penurunan ekspirasi paksa pertahun 28,7 ml untuk non-perokok, 38,4 ml untuk bekas perokok dan 41,7 ml untuk perokok aktif. Pengaruh asap dapat lebih besar daripada pengaruh debu yang hanya sepertiga dari pengaruh buruk rokok (Depkes RI, 2003).

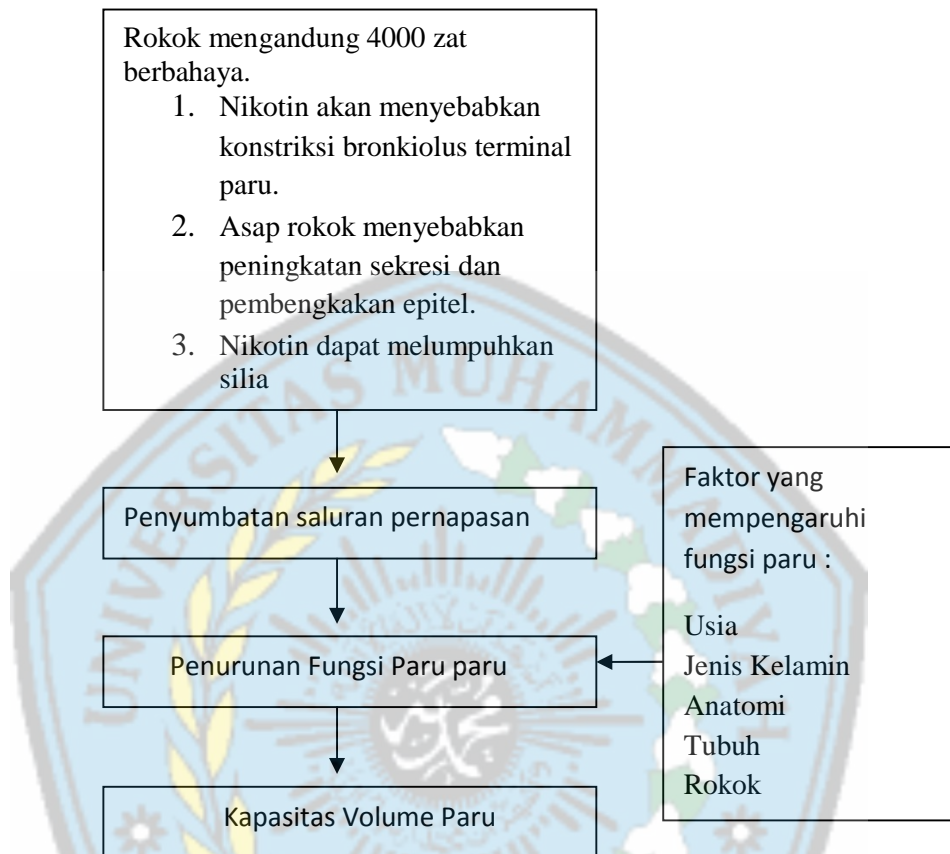
Pada beberapa perokok berat yang tidak menderita emfisema, dapat terjadi bronkitis kronik, obstruksi bronkiol terminalis dan destruksi dinding alveolus. Pada emfisema berat, sebanyak empat perlima membran saluran pernafasan dapat rusak. Meskipun hanya melakukan aktivitas ringan, gawat pernafasan bisa terjadi. Pada kebanyakan pasien PPOK dengan gangguan pernafasan terjadi keterbatasan aktivitas harian, bahkan ada yang tidak dapat melakukan satu kegiatan pun. Dipercayai merokok adalah penyebab utamanya (Guyton, 2006). Terdapat hubungan *dose response* antara rokok dan PPOK. Lebih banyak batang rokok yang

dihisap setiap hari dan lebih lama kebiasaan merokok tersebut maka risiko penyakit yang ditimbulkan akan lebih besar. Hubungan *dose response* tersebut dapat dilihat dan diukur dengan *Index Brinkman (IB)*, yaitu jumlah konsumsi batang rokok per hari dikalikan dengan jumlah lamanya merokok dalam tahun (Supari, 2008). Derajat berat merokok ini dikatakan ringan apabila IB 0–200, sedang jika 200–600 dan berat apabila lebih daripada 600. Dalam pencatatan riwayat merokok perlu diperhatikan jenis perokok sama ada perokok aktif, perokok pasif, atau bekas perokok (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia, 2003). Adapun kategori rokok yaitu :

1. Ringan (1 batang)
2. Sedang (6 batang)
3. Berat (12 Batang)



C. Kerangka Teori



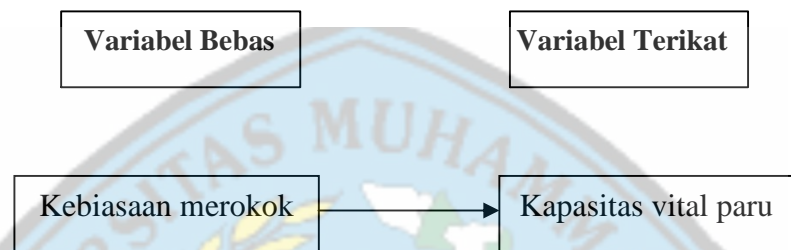
Gambar 2.8 Kerangka Teori

Sumber : Modifikasi Guyton (1997) Halim (2011) Maulida (2015)

Secara umum telah diketahui bahwa merokok dapat menyebabkan gangguan pernafasan. Terdapat beberapa alasan yang mendasari pernyataan ini yaitu salah satu efek dari penggunaan nikotin akan menyebabkan konstriksi bronkiolus terminal paru, yang meningkatkan resistensi aliran udara ke dalam dan keluar paru, efek iritasi asap rokok menyebabkan peningkatan sekresi cairan ke dalam cabang-cabang bronkus serta pembengkakan lapisan epitel, nikotin dapat melumpuhkan silia pada permukaan sel epitel pernapasan yang secara normal terus bergerak untuk memindahkan kelebihan cairan dan partikel asing dari saluran pernafasan. Akibatnya lebih banyak debris

berakumulasi dalam jalan napas dan kesukaran bernapas menjadi semakin bertambah. Hasilnya, semua perokok baik berat maupun ringan akan merasakan adanya tahanan pernafasan dan kualitas hidup berkurang (Guyton, 2007)

D. Kerangka Konsep



E. Variabel Penelitian

Variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai ciri, sifat atau ukuran yang dimiliki atau didapat kan oleh satuan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai konsep yang mempunyai bermacam macam nilai. (Notoatmodjo,2010) karakteristik yang diamati yang mempunyai variasi nilai dan merupakan operasionalisasi dari suatu konsep agar dapat diteliti secara empiris atau ditentukan tingkatannya. Pada penelitian ini peneliti mengelompokkan variable menjadi dua bagian yaitu :

- a. Variabel Independent (variabel bebas)

Adalah variabel yang dimanipulasi oleh peneliti untuk menciptakan suatu dampak pada dependent variabel. Variabel ini biasanya diamati, diukur, untuk diketahui hubungannya dengan variabel lain. Variabel independent yang dimaksud pada penelitian adalah kebiasaan merokok
- b. Variabel Dependent (variabel terikat)

Adalah respon atau output sebagai variabel respon berarti variabe lini akan muncul sebagai akibat dari manipulasi suatu variabel independent. Variabel dependent disini yaitu kapasitas volume paru

F. Hipotesa / Pertanyaan Penelitian

Menurut Notoadmojo (2010) hipotesis adalah kesimpulan sementara penelitian, patokan dengan dugaan atau dalil sementara, yang kebenarannya akan dibuktikan dalam penelitian tersebut. Hipotesis digunakan untuk mengarahkan pada hasil penelitian. Hipotesis penelitian ini yang mengacu pada perumusan masalah hubungan kapasitas volume paru dengan kebiasaan merokok pada Polisi Lalu Lintas Polres Pemalang.

