

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Anatomi Sistem Pernapasan

Saluran pernapasan dilapisi oleh membran mukosa bersilia. Saluran pernapasan terdiri atas saluran penghantar udara yang menuju ke paru yaitu hidung, faring, laring, trakea, bronkus dan bronkiolus (Price & Wilson, 2006). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing bagian saluran pernapasan tersebut:

a. Hidung

Hidung terdiri atas hidung luar dan *cavum nasi*. Hidung luar mempunyai dua lubang berbentuk lonjong yang disebut *nares* yang dipisahkan oleh *septum nasi*. *Cavum nasi* terbentang dari *nares* sampai *apertura nasalis posterior* atau *choanae*. Hidung bermuara pada *nasopharynx* (S. Snell, 2012).

b. Faring

Faring terletak dibelakang *cavum oris* dan laring, terbagi menjadi tiga bagian yaitu *nasopharynx*, *oropharynx* dan *laryngopharynx*. *Nasopharynx* terletak di atas *palatum molle* dan di belakang rongg ahidung, di dalamnya terdapat *tonsilla pharyngea*. *Oropharynx* terletak di belakang *cavum oris*. *Laryngopharynx* terletak di belakang *aditus laryngis* (S. Snell, 2012).

c. Laring

Laring terletak di bawah *os. Hyoid* dan lidah, terletak setinggi *vertebrae cervicalis* keempat, lima dan enam, di antara pembuluh-pembuluh besar leher. Laring merupakan organ yang memiliki peran sebagai *sphincter* pelindung pada pintu masuk jalan napas dan juga memiliki peran dalam pembentukan suara (Snell, 2012). Laring mendapat aliran udara dari faring. Ruangan dalam laring berbentuk segitiga antara pita suara (*glotis*) yang memisahkan antara saluran napas atas dan bawah, bermuara ke trakea. Laring juga merupakan organ fonasi karena terdapatnya *glotis*, tetapi fungsi laring lebih penting sebagai organ pelindung (Price & Wilson, 2006).

d. Trakea

Trakea terletak tepat di depan esofagus, disokong oleh cincin tulang rawan yang memiliki bentuk menyerupai sepatu kuda yang memiliki panjang kurang lebih 5 inci atau 12,5 cm (Price & Wilson, 2006). Panjang trakea pada bayi hanya sekitar 4-5 cm dengan diameter 1 mm dan selama pertumbuhannya setiap tahun trakea tersebut mengalami penambahan 1 mm (Snell, 2012).

Trakea merupakan sebuah tabung *cartilaginosa* dan *membranosa* yang dapat bergerak. Trakea merupakan lanjutan dari laring, berjalan kebawah pada garis tengah leher, kemudian di dalam rongga *thorax* trakea berakhir

di *carina* kemudian membelah menjadi *bronchus principalis dexter* dan *sinister* yang terletak setinggi *angulus sterni* (Price & Wilson, 2006).

e. Bronkus dan Bronkiolus

Bronkus secara terus-menerus bercabang menjadi dua dan pada akhirnya membentuk berjuta-juta *bronchiolus terminalis* yang berakhir pada satu atau lebih *bronchiolus respiratorius*. Awalnya, bronkus terbentuk dari percabangan trakea, yaitu *bronchus principalis dexter* dan *sinister*. *Bronchus principalis dexter* membentuk sudut 25 derajat terhadap garis vertikal saat meninggalkan trakea, sedangkan *bronchus principalis sinistra* membentuk sudut 45 derajat. Anak-anak kurang dari 3 tahun memiliki sudut yang terbentuk oleh *bronchus principalis dexter sinister* hampir sama terhadap garis vertikal (Snell, 2012).

Paru dilindungi oleh tulang selangka dan dibungkus oleh selaput yang bernama *pleura*. *Pleura* dibagi menjadi dua, yaitu *pleura visceralis* yang langsung membungkus dinding paru dan *pleura parietalis* yang menempel pada rongga dada. Persarafan pada *pleura* terbagi sesuai jenisnya. *Pleura parietalis* peka terhadap rangsang raba, suhu, tekanan dan nyeri. *Pleura* ini dipersarafi oleh *nervus intercostalis* pada *pleura costalis*, *nervus phrenicus* pada *pleura mediastinalis* dan untuk *pleura diaphragmatica* dipersarafi oleh *nervus phrenicus* dan enam *nervus intercostalis* bagian bawah. *Pleura visceralis* dipersarafi secara otonom oleh *plexus pulmonalis* dan *pleura* ini tidak peka terhadap sensasi yang umum seperti nyeri dan raba, tetapi peka terhadap tarikan (Snell, 2012).

2. Fisiologi Pernapasan

Pernapasan secara fisiologis adalah proses berpindahnya oksigen dari udara ke jaringan-jaringan dalam tubuh dan dikeluarkannya karbon dioksida melalui udara ekspirasi dengan melalui tiga stadium. Stadium pertama yaitu masuknya campuran dari gas ke dalam dan ke luar paru yang disebut stadium ventilasi. Stadium kedua adalah transportasi, yaitu stadium yang harus ditinjau dari tiga aspek: (1) difusi antara gas-gas alveoli dengan kapiler paru dan antara sel-sel jaringan dengan darah sistemik; (2) distribusi dari sirkulasi darah pulmonar dan penyesuaiannya dengan distribusi udara alveoli; dan (3) reaksi fisik dan kimia dari darah dengan oksigen dan karbon dioksida. Stadium ketiga yang merupakan stadium terakhir respirasi yaitu respirasi sel yang juga disebut sebagai respirasi interna. Stadium ini ditandai dengan adanya zat-zat yang teroksidasi agar mendapatkan energi kemudian karbon dioksida terbentuk sebagai sampah dari proses metabolisme sel dan dikeluarkan oleh paru (Price & Wilson, 2006).

Tujuan dari pernapasan adalah untuk menyediakan oksigen bagi jaringan dalam tubuh dan mengeluarkan karbon dioksida untuk dibuang. Tujuan ini dapat tercapai dengan empat pembagian fungsi utama pernapasan, yaitu (1) ventilasi paru, yang merupakan proses keluar masuknya udara antara atmosfer dan alveoli; (2) difusi oksigen dan karbon dioksida yang terjadi antara darah dan alveoli; (3) pengangkutan oksigen dan karbon dioksida dalam cairan tubuh dan darah dari dan ke seluruh sel jaringan tubuh dan (4) pengaturan ventilasi dan hal-hal lain dari pernapasan (Guyton & Hall, 2008).

Mekanisme respirasi terdiri dari dua tahap, yaitu tahap inspirasi dan tahap ekspirasi. Hasil dari mekanisme tersebut adalah penambahan dan pengurangan kapasitas *cavitas thoracis* secara bergantian. Frekuensi dari respirasi akan berkurang pada orang tua, sedangkan pada anak-anak frekuensinya lebih cepat. Frekuensi respirasi dikatakan normal jika berkisar antara 16-20 kali per menit pada saat istirahat (Snell, 2012).

Proses pengembangan dan pengempisan paru ditimbulkan oleh kerja dari otot-otot respirasi. Proses tersebut dapat dicapai melalui dua metode, yaitu: (1) dengan Bergeraknya diafragma naik turun yang dapat memperbesar dan memperkecil rongga dada, dan (2) dengan tulang iga yang depresi dan elevasi sehingga memperbesar dan memperkecil diameter *anteroposterior* dari rongga dada (Guyton & Hall, 2008).

3. Volume dan Kapasitas Paru

a. Volume Paru

Volume maksimal paru yang mengembang adalah penjumlahan dari keempat volume paru yang ada (Guyton & Hall, 2008), yaitu:

- 1) Volume Tidal (VT) adalah volume udara yang diekspirasi atau diinspirasi setiap kali bernapas dengan normal tanpa paksaan. Besarnya volume ini kira-kira 500 mililiter.
- 2) Volume Cadangan Inspirasi (VCI) adalah volume udara tambahan yang masih dapat diinspirasi di atas volume tidal normal saat melakukan inspirasi kuat. Besarnya volume ini kira-kira 3000 mililiter.

- 3) Volume Cadangan Eskpirasi (VCE) adalah volume udara tambahan yang masih dapat diekspirasi di atas ekspirasi tidal normal melalui ekspirasi maksimal. Besarnya volume ini kira-kira 1100 mililiter.
- 4) Volume Residu (VR) adalah volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah dilakukan ekspirasi maksimal. Besarnya volume ini kira-kira 1200 milimeter.

b. Kapasitas Paru

- 1) Kapasitas inspirasi adalah hasil penjumlahan dari volume tidal dan volume cadangan inspirasi. Besarnya kira-kira 3500 mililiter. Kapasitas ini merupakan jumlah udara yang dapat dihirup oleh seseorang.
- 2) Kapasitas residu fungsional adalah hasil penjumlahan dari volume residu dan volume cadangan ekspirasi. Besarnya kira-kira 2300 mililiter. Kapasitas ini merupakan jumlah udara yang tersisa di dalam paru pada akhir dari ekspirasi normal.
- 3) Kapasitas vital adalah hasil penjumlahan dari volume tidal, volume cadangan inspirasi dan volume cadangan ekspirasi. Besarnya kira-kira 4600 mililiter. Kapasitas ini merupakan jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan dari paru setelah sebelumnya melakukan pengambilan udara/ inspirasi secara maksimal dan kemudian dikeluarkan sebanyak-banyaknya.
- 4) Kapasitas paru total adalah hasil penjumlahan dari kapasitas vital dan volume residu. Besarnya kira-kira 5800 mililiter. Kapasitas ini merupakan volume maksimum yang dapat mengembangkan paru

seseorang sebesar mungkin dengan inspirasi sekuat mungkin dari seseorang tersebut.

Volume dan kapasitas paru pada wanita memiliki nilai yang lebih kecil dibanding pria, kira-kira 20 sampai 25 persen. Volume dan kapasitas paru lebih besar pada orang yang atletis dan bertubuh besar dibanding orang yang bertubuh kecil dan astenis (Guyton & Hall, 2008).

Selain dengan menilai volume paru dan kapasitas parum terdapat empat parameter lain yang dapat digunakan untuk menilai fungsi paru, yaitu:

- 1) Kapasitas Vital Paksa atau *Forced Vital Capacity* (FVC) adalah jumlah udara maksimal yang dapat diekspirasi secepat dan sekuat mungkin setelah inspirasi maksimal.
- 2) Volume Ekspirasi Paksa atau *Forced Expiratory Volume* (FEV1) adalah jumlah udara yang dapat diekspirasikan secara paksa pada satu detik pertama saat melakukan kapasitas vital paksa.
- 3) FEV1/FVC merupakan parameter yang dapat digunakan untuk mendeteksi kelainan paru obstruktif. Nilai tersebut merupakan perbandingan antara volume ekspirasi paksa dengan kapasitas vital paksa dalam bentuk persen.
- 4) FEF25-75% merupakan parameter yang digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya penyempitan saluran napas kecil terutama pada anak-anak.

Ini adalah nilai rata-rata aliran udara ekspirasi pada volume paru antara 25% dan 75% yang terukur saat melakukan kapasitas vital paksa.

4. Tes Fungsi Paru

Tes fungsi paru atau uji faal paru merupakan suatu tes yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah fungsi paru seseorang mengalami kelainan atau tidak. Secara lengkap tes ini dilakukan dengan mengukur fungsi ventilasi, difusi gas, perfusi darah paru dan transport gas oksigen-karbon dioksida dalam peredaran darah (Lakshmanan, 2013).

Penilaian faal paru seseorang cukup dilakukan dengan uji fungsi ventilasi paru. Apabila uji fungsi ventilasi paru memberikan nilai yang baik, hal tersebut dapat mewakili keseluruhan fungsi dari paru dan pada umumnya fungsi-fungsi paru lainnya juga menunjukkan hasil yang baik pula. Penilaian fungsi ventilasi paru berkaitan erat dengan penilaian mekanika pernapasan. Alat yang digunakan dalam menilai fungsi ventilasi paru yaitu spirometer untuk mencatat grafik pernapasan berdasarkan jumlah dan kecepatan udara yang keluar atau masuk ke dalam spirometer (Alsagaff dkk, 2005 dalam Laksamana, 2011).

Spirometer atau spirometri adalah alat sederhana yang dilengkapi dengan pompa atau bel yang dapat bergeser saat seseorang bernapas ke dalamnya melalui katup dan tabung penghubung. Saat menggunakan alat tersebut, akan terekam sebuah grafik di sebuah drum yang kemudian akan berputar dengan pena pencatat. Volume paru statik diukur untuk melihat

elastisitas dari paru dan dada. Spirometri dapat digunakan untuk berbagai uji tetapi paling bermanfaat pada pengukuran kapasitas vital paru (KVP) volume ekspirasi paksa dalam satu detik (VEPI), yaitu saat volume udara setelah pernapasan maksimal dapat dihembuskan secara maksimal (Price and Wilson, 2006).

Faktor yang berpengaruh dalam tes fungsi paru adalah, sebagai berikut:

a. Usia

Frekuensi pernapasan pada orang dewasa normal yang sehat adalah kira-kira 16-18 kali per menit, sedangkan pada anak-anak frekuensi normalnya bisa mencapai 24 kali per menit, dan untuk bayi frekuensi napasnya dapat mencapai 30 kali per menit. Keadaan normal pada kedua paru dapat menampung kurang lebih lima liter udara (Guyton & Hall, 2007).

Sesuai dengan uraian frekuensi napas di atas, orang dewasa memiliki frekuensi napas yang lebih kecil dibandingkan pada anak dan bayi, namun kapasitas vital paru pada orang dewasa memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pada anak dan bayi. Keadaan tertentu dapat menyebabkan keadaan tersebut berubah, sebagai contoh pada penyakit paru dapat mengakibatkan pernapasan berkurang atau bahkan bertambah cepat (Trisnawati, 2007).

b. Jenis Kelamin

Volume dan kapasitas paru pada wanita besarnya lebih kecil dibanding pria, kira-kira 20 sampai 25 persen (Guyton & Hall, 2007). Kapasitas vital pada wanita adalah 3400 ml, sedangkan pada pria mencapai 4800 ml. Kapasitas total ialah hasil penjumlahan dari kapasitas vital dengan volume residual. Pria memiliki nilai kapasitas total mencapai 6000 ml sedangkan pada wanita hanya sebesar 4500 ml (Martini, 2004; Sherwood, 2007)

c. Penyakit Paru

Penyakit paru dapat menyebabkan terjadinya peningkatan dari kerja compliance paru, kerja resistensi jalan napas dan kerja resistensi jaringan. Kerja compliance paru adalah usaha paru untuk mengembangkan paru dalam melawan daya elastisitas paru dan dada. Kerja resistensi jalan napas adalah usaha yang dilakukan untuk mengatasi resistensi jalan napas selama udara masuk ke dalam paru. Kerja resistensi jaringan adalah usaha yang dilakukan untuk mengatasi viskositas jaringan paru dan struktur dada (Guyton & Hall, 2008).

d. Kelainan Anatomik

1) Pektus Ekskavatum

Pektus Ekskavatum adalah suatu kondisi dada nampak berbentuk seperti corong yang merupakan deformitas kongenital. Keadaan ini terjadi saat bagian bawah sternum melekat pada tulang belakang bagian thoraks dengan membentuk ikatan yang

fibromaskular. Keadaan ini menyebabkan muncul kelainan yang berat (Price & Wilson, 2006).

2) Ankilosis Spondilitis

Ankilosis Spondilitis adalah suatu penyakit yang menyebabkan terjadinya reduksi simetris pada pergerakan bagian thoraks berulang yang merupakan suatu akibat dari penulangan sendi vertebra dengan ligamentumnya. Fiksasi dari tulang iga serta bertambahnya kekakuan dinding dada menyebabkan terjadinya hambatan ventilasi ringan yang biasanya muncul tanpa disertai gejala (Price & Wilson, 2006).

3) Kifosis dan Skoliosis

Terjadinya penyimpangan yang berat pada rongga dada saat masih kanak-kanak dapat menyebabkan gangguan pada pertumbuhan paru. Keadaan seperti ini akan menurunkan volume cadangan inspirasi dan hipoksemia. Kelemahan otot pernapasan pada kifosis dan skoliosis dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak seperti penurunan kapasitas vital, penurunan volume total paru, hipoksemia, peningkatan rasio FEV1/VC serta pCO₂ (Gabriel, 2001).

5. Bekerja dan Lingkungan Pekerjaan

Definisi bekerja yang sangat mendasar adalah segala bentuk kegiatan yang dilakukan untuk tujuan mempertahankan hidup perseorangan atau kelompok, sedangkan menurut ilmu ekonomi definisi bekerja adalah kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan jasa, barang atau uang (Siregar, 2003).

Lingkungan pekerjaan adalah segala bahan dan lingkungan sekitar yang dihadapi selama proses bekerja serta metode dalam pekerjaan tersebut (Sedarmayanti, 2009). Lingkungan pekerjaan tersebut dibagi menjadi dua, yaitu:

a. Lingkungan kerja fisik

Seluruh keadaan yang berbentuk fisik yang berada di sekitar tempat kerja dan dapat mempengaruhi kinerja pekerja secara langsung maupun tidak langsung. Lingkungan kerja ini dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Langsung berhubungan dengan pekerja (pusat kerja, meja, kursi, dan lain sebagainya)

2) Tidak langsung berhubungan dengan pekerja

Lingkungan umum atau perantara, yaitu lingkungan yang mempengaruhi kondisi manusia, seperti udara, pencahayaan, temperatur, kebisingan dan lain sebagainya.

b. Lingkungan kerja non fisik

Keadaan yang berkaitan dengan hubungan kerja, baik antar pekerja satu level, atasan maupun bawahan. Keadaan ini tidak dapat diabaikan dan berpengaruh terhadap kinerja.

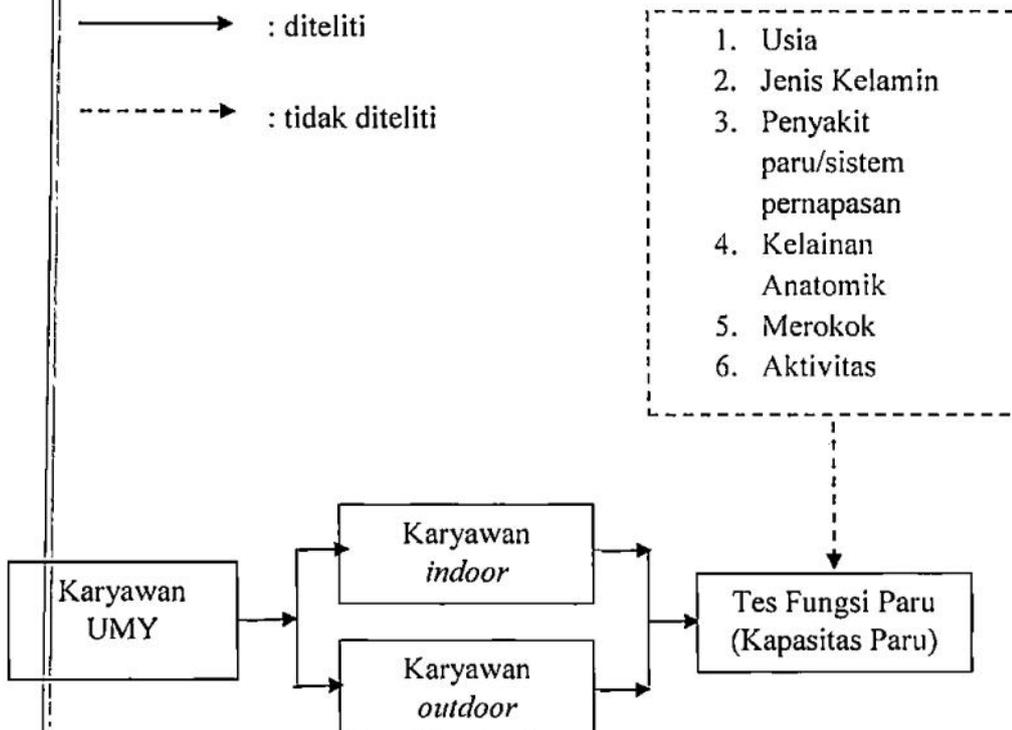
6. Konsep Tata Ruang

Ruang memiliki arti penting bagi kehidupan manusia dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia (Hakim, 1987). Ruang umum adalah tempat yang timbul karena kebutuhan bersama. Ruang umum dibagi menjadi

dua menurut sifatnya, yaitu ruang umum terbuka (*outdoor*) dan ruang umum tertutup (*indoor*).

Hubungan antara manusia dan lingkungannya dapat dibagi menjadi dua, yaitu hubungan dimensional (*Antropometrics*) dan hubungan psikologi. Hubungan dimensional adalah berkaitan dengan dimensi yaitu tubuh manusia dan pergerakannya dalam kegiatan manusia, sedangkan hubungan psikologis berkaitan dengan ukuran kebutuhan ruang untuk kegiatan manusia dan menentukan persepsi terhadap lingkungannya (Sedarmayanti, 2009).

B. Kerangka Konsep



C. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah Hasil tes fungsi paru pekerja *indoor* memiliki nilai kapasitas paru yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas paru pada pekerja *outdoor* pada karyawan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.