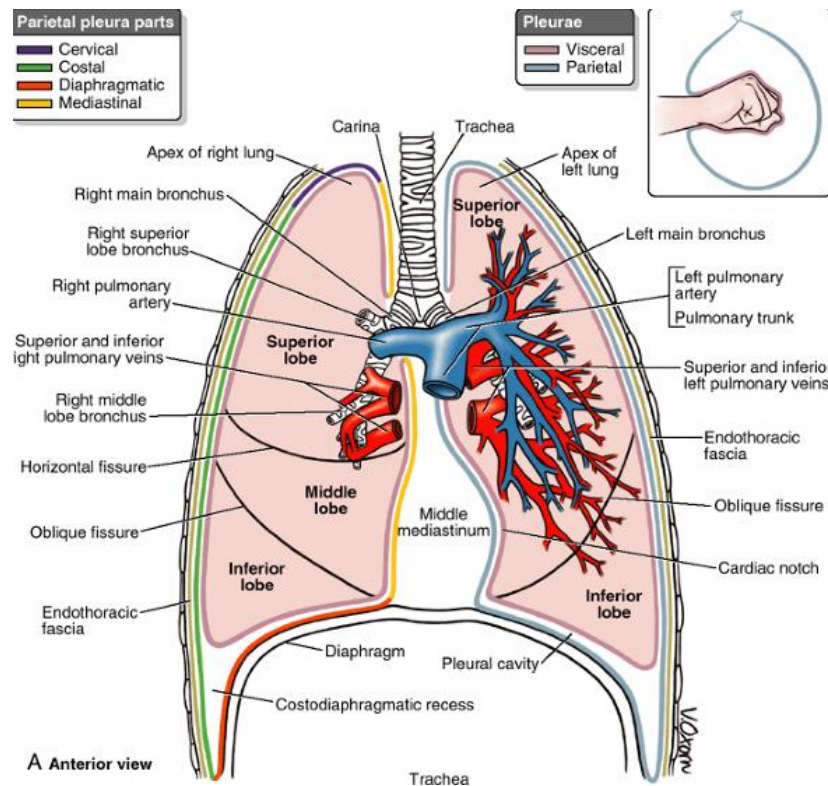


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Anatomi dan Fungsi Paru

*Cavitas Thoracis* terbagi menjadi dua kompartemen lateral yang berisi pleura dan paru-paru dan satu kompartemen tengah yang disebut mediastinum, berisi bagian lain dalam thorax. Paru-paru masing-masing diliputi oleh sebuah kantung yang disebut pleura.



Gambar 3. Penampang Paru Paru ( Moore, 2007)

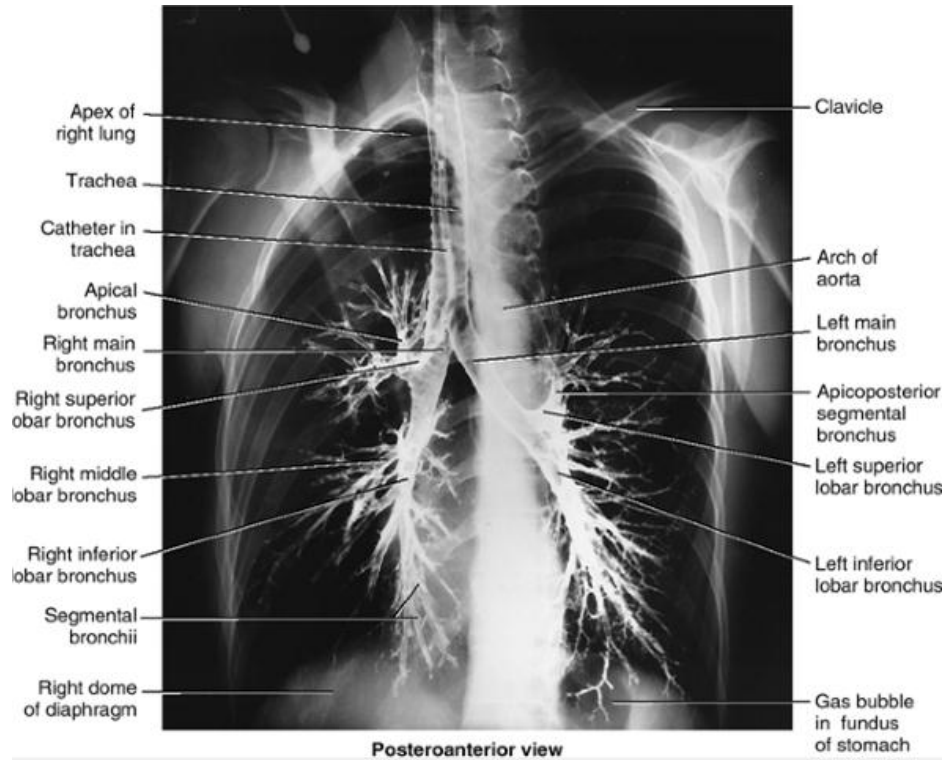
Paru-paru normal bersifat ringan, lunak, dan menyerupai spon. Paru-paru kenyal dan dapat mengisut sampai sekitar sepertiga besarnya jika *Cavitas Thoracis* dibuka.

### **Pembuluh Darah dan Saraf Paru-Paru dan Pelura**

Masing-masing paru-paru memperoleh perdarahan dari satu arteria pulmonalis yang besar, dan darah venosa disalurkan ke luar melalui dua vena pulmonalis. Arteria pulmonalis dextra dan arteria pulmonalis sinistra berasal dari satu trunkus pulmonalis setinggi anulus sterni, dan mengantar darah yang miskin akan oksigen ke paru-paru untuk oksigenasi. Arteri pulmonalis melintas ke radix pulmonis dexter dan radix pulmonis sinister sebelum memasuki hilum pulmonalis. Dalam paru-paru masing-masing arteri menurun di sebelah dorsolateral bronkus principalis dan membagi diri menjadi arteri-arteri lobar, dan lalu arteri-arteri tersier (segmental). Dengan demikian terdapat satu cabang arteri untuk tiap lobus dan segmentum bronkopulmonale paru-paru.

Arteria bronkialis mengantar darah untuk nutrisi paru-paru dan pleura viseralis. Umumnya arteri-arteri ini berasal dari pars thoracica aortae, tetapi arteria bronchialis dextra dapat dilepaskan dari arteria intercostalis posterior superior dextra. Arteria bronchialis yang kecil melintas mengikuti permukaan dorsal bronchus, mendarahi bronchus itu, dan ke arah distal juga cabang bronkus lebih kecil sampai bronkiolus respiratorius. Arteria bronkialis beranastomosis dengan cabang arteria

pulmonalis dalam dinding bronchus kecil dan dalam pleura visceralis. Pleura parietalis memperoleh darah dari arteri-arteri untuk dinding thorax.

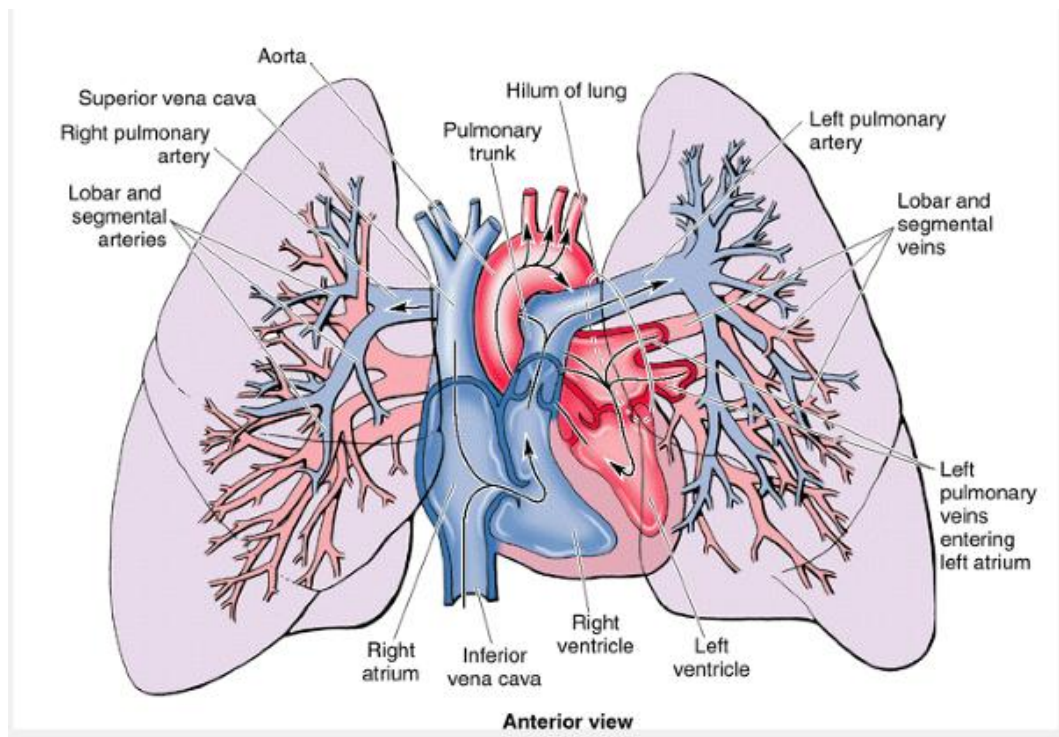


Gambar 4. Bronkogram posteroanterior arcus bronchialis dexter dan arcus bronchialis sinister, sedikit oblik (Moore, 2007)

Vena pulmonalis mengantar darah yang kaya akan oksigen dari paru-paru ke atrium sinistrum jantung. Berawal dari kapiler pulmonal, vena-vena bersatu menjadi pembuluh yang makin besar. Satu vena utama menyalurkan darah dari setiap segmentum bronkopulmonale, biasanya pada permukaan ventral bronkus yang sesuai. Vena bronkialis hanya menyalurkan sebagian darah yang dipasok oleh arteria bronkialis ke paru-paru; bagian lainnya disalurkan melalui vena pulmonalis. Vena bronkialis dextra bermuara ke dalam vena azygos, dan vena bronkialis sinistra ke dalam vena hemyazogus atau vena intercostalis superior. (Moore, 2007)

## Fungsi Paru

Fungsi utama paru adalah sebagai alat pernapasan yaitu melakukan ventilasi pertukaran udara yang bertujuan menghirup masuknya udara dari atmosfer kedalam paru-paru (inspirasi) dan mengeluarkan udara dari alveolar ke luar tubuh (ekspirasi). Fungsi pernapasan ada dua yaitu sebagai pertukaran gas dan pengaturan keseimbangan asam basa. Pernapasan dapat berarti pengangkutan oksigen ke sel dan pengangkutan karbondioksida dari sel kembali ke atmosfer (Rahajoe, 2010).



Gambar 5. Sirkulasi Paru (Moore, 2007)

Menurut Rahajoe dkk (2007), dari aspek fisiologis, ada dua macam pernapasan:

- Pernapasan luar (eksternal respiration) yaitu penyerapan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dalam paru-paru.
- Pernapasan dalam (internal respiration) yang aktifitas utamanya adalah pertukaran gas pada metabolisme energi yang terjadi dalam sel. Ditinjau dari aspek klinik yang dimaksud dengan pernapasan pada umumnya adalah pernapasan luar.

Menurut Guyton proses pernapasan terdiri dari 4 tahap:

- Pertukaran udara paru
- Masuk dan keluarnya udara ke dan dari alveoli. 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 tersisaini disebut volume residu. Volume ini penting karena menyediakan oksigen dalam alveoli untuk mengaerasikan darah.
- Difusi oksigen dan karbondioksida antara alveoli dan darah.
- Pengangkutan oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan tubuh menuju ke dan dari sel-sel.
- Regulasi pertukaran udara dan aspek-aspek lain pernapasan (Guyton, 2007)

## Volume Dan Kapasitas Fungsi Paru

### a. Volume Paru

Volume paru akan berubah-ubah saat pernapasan berlangsung. Saat inspirasi akan mengembang dan saat ekspirasi akan mengempis. Pada keadaan normal, pernapasan terjadi secara pasif dan berlangsung tanpa disadari. Beberapa parameter yang menggambarkan volume paru adalah :

- Volume tidal (*Tidal Volume = TV*)  
adalah volume udara paru yang masuk dan keluar paru pada pernapasan biasa. Besarnya *TV* pada orang dewasa sekitar 500 ml.
- Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*),  
volume udara yang masih dapat dihirup kedalam paru sesudah inspirasi biasa, besarnya *IRV* pada orang dewasa adalah sekitar 3100 ml.
- Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume = ERV*)  
adalah volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru sesudah ekspirasi biasa, besarnya *ERV* pada orang dewasa sekitar 1000-1200 ml.
- Volume Residu (*Residual Volume = RV*)  
udara yang masih tersisa di dalam paru sesudah ekspirasi maksimal sekitar 1100ml. *TV*, *IRV*, *ERV* dapat langsung diukur dengan spirometri, sedangkan  $RV = TLC - VC$ . (Guyton, 2007)

### b. Kapasitas Fungsi Paru

Kapasitas paru merupakan jumlah oksigen yang dapat dimasukkan kedalam tubuh atau paru-paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat

dimasukkan ke dalam paru ditentukan oleh kemampuan kembang kempisnya sistem pernapasan. Semakin baik kerja sistem pernapasan berarti volume oksigen yang diperoleh semakin banyak. Yang termasuk pemeriksaan kapasitas fungsi paru adalah :

- Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity = IC*)  
adalah volume udara yang masuk paru setelah inspirasi maksimal atau sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal ( $IC = IRV + TV$ ).
- Kapasitas Vital (*Vital Capacity = VC*)  
volume udara yang dapat dikeluarkan melalui ekspirasi maksimal setelah sebelumnya melakukan inspirasi maksimal (sekitar 4000ml). Kapasitas vital besarnya sama dengan volume inspirasi cadangan ditambah volume tidal ( $VC = IRV + ERV + TV$ ).
- Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity = TLC*)  
adalah kapasitas vital ditambah volume sisa ( $TLC = VC + RV$  atau  $TLC = IC + ERV + RV$ ).
- Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity = FRC*) adalah volume ekspirasi cadangan ditambah volume sisa ( $FRC = ERV + RV$ ).

#### c. Pengukuran Faal Paru.

Pemeriksaan faal paru sangat dianjurkan menggunakan spirometri karena pertimbangan biaya yang murah, ringan, praktis dibawa kemana-mana, akurasinya tinggi, cukup sensitif, tidak invasif, dan cukup dapat memberi sejumlah informasi yang handal.. Volume paru dan kapasitas fungsi paru merupakan gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan. Volume yang lebih rendah dari kisaran normal

seringkali menunjukkan malfungsi sistem paru. Gangguan fungsional ventilasi paru dengan jenis gangguan digolongkan menjadi 2 bagian :

- Gangguan faal paru obstruktif,  
hambatan pada aliran udara yang ditandai dengan penurunan *VC* dan *FVC/FEV1*.
- Gangguan faal paru restriktif  
hambatan pada pengembangan paru yang ditandai dengan penurunan pada *VC*, *RV* dan *TLC*.

Dari berbagai pemeriksaan faal paru, yang sering dilakukan adalah :

- *Vital Capacity (VC)*

Adalah volume udara maksimal yang dapat dihembuskan setelah inspirasi maksimal. Ada dua macam vital capacity berdasarkan cara pengukurannya, yaitu : pertama, *Vital Capacity (VC)*, subjek tidak perlu melakukan aktifitas pernapasan dengan kekuatan penuh, kedua *Forced Vital Capacity (FVC)*, dimana subjek melakukan aktifitas pernapasan dengan kekuatan maksimal.

Berdasarkan fase yang diukur VC dibedakan menjadi dua macam, yaitu : *VC inspirasi*, dimana *VC* hanya diukur pada fase inspirasi dan *VC ekspirasi*, diukur hanya pada fase ekspirasi. Pada orang normal tidak ada perbedaan antara *FVC* dan *VC*, sedangkan pada kelainan obstruksi terdapat perbedaan antara *VC* dan *FVC*. *VC* merupakan refleksi dari kemampuan elastisitas atau jaringan paru atau kekakuan pergerakan dinding toraks. *VC* yang menurun merupakan kekakuan jaringan paru atau dinding toraks, sehingga dapat dikatakan pemenuhan



(*compliance*) paru atau dinding toraks mempunyai korelasi dengan penurunan *VC*.

Kapasitas vital normal (predicted) pada anak diukur dengan menggunakan rumus regresi karena faktor tinggi badan dan berat badan yang mempengaruhi.

Rumus yang digunakan adalah

$$VC = 0.1626 \times \text{Tinggi (inci)} - 0.031 \times \text{Umur(tahun)} - 5.335 \text{ [laki-laki]}$$

$$VC = 0.1321 \times \text{Tinggi (inci)} - 0.018 \times \text{Umur(tahun)} - 4.360 \text{ [perempuan]}$$

Pada kelainan obstruksi ringan *VC* hanya mengalami penurunan sedikit atau mungkin normal. Kapasitas vital normal bila tidak mengalami penurunan >75% dari perhitungan prediksi. (Graber, 2006)

- *Forced Expiratory Volume in 1 Second (FEV1)*

Yaitu besarnya volume udara yang dikeluarkan dalam satu detik pertama. Lama ekspirasi pertama pada orang normal berkisar antara 4–5 detik dan pada detik pertama orang normal dapat mengeluarkan udara pernapasan sebesar 80% dari nilai *VC*. Fase detik pertama ini dikatakan lebih penting dari fase-fase selanjutnya. Adanya obstruksi pernapasan didasarkan atas besarnya volume pada detik pertama tersebut. Interpretasi tidak didasarkan nilai absolutnya tetapi pada perbandingan dengan *FCV*nya. Bila *FEV1/FCV* kurang dari 75% berarti abnormal. Pada penyakit obstruktif seperti bronkitis kronik atau emfisema terjadi pengurangan *FEV1* yang lebih besar dibandingkan kapasitas vital (kapasitas vital mungkin normal) sehingga rasio *FEV1/FEV* kurang dari 75%.

- *Peak Expiratory Flow Rate (PEFR)*

*PEFR* adalah aliran udara maksimal yang dihasilkan oleh sejumlah volume tertentu. *PEFR* dapat menggambarkan keadaan saluran pernapasan, apabila *PEFR* berarti ada hambatan aliran udara pada saluran pernapasan. Pengukuran dapat dilakukan dengan *Mini Peak Flow Meter* atau *Pneumotachograf*.

d. Nilai Normal Faal Paru.

Untuk menginterpretasikan nilai faal paru yang diperoleh harus dibandingkan dengan nilai standarnya. Menurut Moris ada tiga metode untuk mengidentifikasi kelainan faal paru :

- Normal

Bila nilai prediksinya lebih dari 80%. Untuk *FEV1* tidak memakai nilai absolut akan tetapi menggunakan perbandingan dengan *FVC*nya yaitu *FEV1/FVC* dan bila didapatkan nilai kurang dari 75% dianggap abnormal.

- *Metode dengan 95th percentile*

Pada metode ini subjek dinyatakan dengan persen predicted dan nilai normal terendah apabila berada diatas 95% populasi.

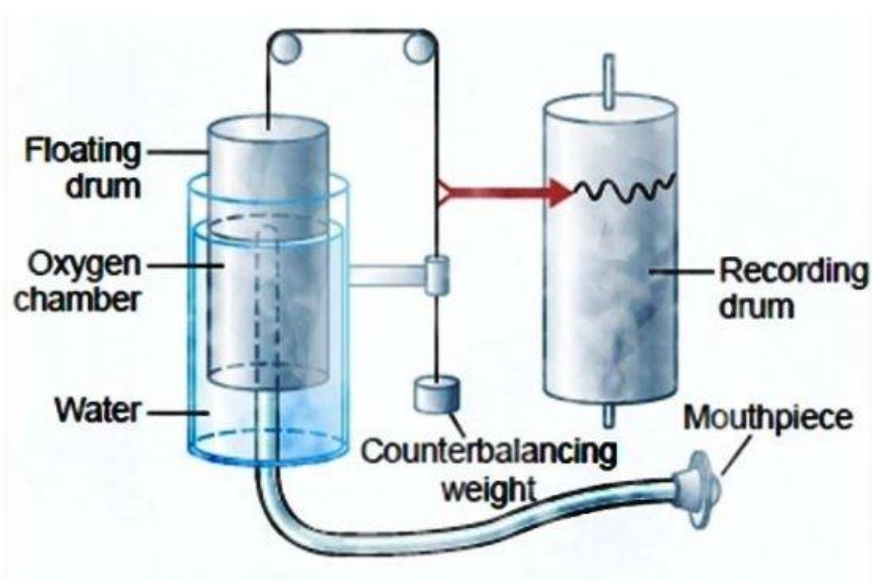
- *Metode 95% Confidence Interval (CI).*

Pada metode ini batas normal terendah adalah nilai prediksi dikurangi 95% *CI*. 95% *CI* setara dengan 1,96 kali *SEE* untuk 2 tailed test atau 1,65 kali *SEE* untuk 1 tailed test. (Guyton, 2007; Mengkidi, 2006)

## B. Spirometri

Spirometri adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengukur secara obyektif kapasitas/fungsi paru (ventilasi) pada pasien dengan indikasi medis. Alat yang digunakan disebut spirometri. Tujuan pengukuran dengan spirometri adalah mengukur volume paru secara statis dan dinamik dan menilai perubahan atau gangguan pada faal paru. Spirometri merupakan metode yang paling umum untuk pengujian fungsi paru. spirometri merupakan tes fungsi paru yang paling sering dilakukan, yang mengukur fungsi paru, khususnya volume dan kecepatan aliran udara yang dapat dihirup dan dibuang. (Baharuddin, 2010).

Prinsip spirometri adalah mengukur kecepatan perubahan volume udara di paru-paru selama pernafasan. Untuk pengukuran kapasitas vital diperlukan 3 fase pernafasan normal, 1 fase inspirasi maksimal, 1 fase ekspirasi maksimal, dan 2 fase pernafasan normal secara berurutan. (Sibelmed, 2009).



Gambar 6. Spirometri ([www.medicinesia.com](http://www.medicinesia.com), diakses tanggal 17 Oktober 2012)

## **C.Rokok Dan Perokok**

### **1. Rokok**

Rokok yang dibakar akan mengeluarkan asap rokok utama dan asap rokok sampingan. Asap rokok yang ditelan oleh perokoknya disebut asap rokok utama. Rokok yang dibakar tanpa diisap disebut asap rokok sampingan. Pada asap rokok terdapat komponen-komponen yang mudah menguap yang berdifusi keluar dari tembakau lewat kertas penggulung rokok ke udara sekitarnya. Asap rokok yang menimbulkan polusi lingkungan berasal dari asap rokok utama, asap rokok sampingan, dan bahan-bahan menguap tadi, disebut asap rokok lingkungan (*environment tobacco smoke*, ETS). Kandungan bahan kimia pada asap rokok sampingan lebih tinggi dibanding asap rokok utama karena tembakau terbakar pada temperatur lebih rendah ketika rokok sedang tidak dihisap, membuat pembakaran menjadi kurang lengkap dan menguapkan lebih banyak bahan kimia (Sudoyo, 2009).

### **2. Perokok**

#### **a. Klasifikasi Perokok**

*Medical Research Council On Respiratory Symptoms (1986)* mengelompokkan perokok berdasarkan lamanya seseorang merokok, yaitu :

- Perokok adalah orang yang merokok sedikitnya 1 batang per hari, sekurang-kurangnya selama 1 hari.
- Bukan perokok adalah orang yang tidak pernah merokok paling banyak 1 batang per hari selama 1 tahun.

Tabel 1. Perbandingan komponen asap rokok sampingan dan utama  
(Sudoyo, 2009)

Konstituen	ARU	ARS/ARU
Komponen gas:		
Karbon monoksida	10-20 mg	2,5
Karbon dioksida	20-60 mg	8,1
Metan	1,3 mg	3,1
Asitilen	27 µg	0,8
Amonia	80 µg	3
Hidrogen Sianida	430 µg	0,25
Dimetilnitrosamin	10-65 µg	52
Komponen partikel:		
Tar	1-40 mg	1,7
Nikotin	1-2,5 mg	2,7
Toluen	108 µg	5,6
Fenol	20-150 µg	2,6
Naftalen	2,8 µg	16
Benzo (a) piren	20-40 µg	2,8
Hidrazin	32 µg	30
Keterangan	ARU ARS	Asap rokok utama Asap rokok sampingan

Sedangkan menurut WHO dan Bustan, kriteria perokok diklasifikasikan menjadi :

- Perokok ringan : orang yang merokok < 5 batang per hari
- Perokok sedang : orang yang merokok 5–10 batang per hari
- Perokok berat : orang yang merokok > 10 batang per hari

## b. Tipe Perokok

Perokok aktif adalah orang yang melakukan kegiatan merokok sehingga selalu terancam oleh bahaya yang ditimbulkan asap rokok. Perokok pasif adalah orang yang tidak merokok tetapi selalu berada dalam lingkungan yang selalu dicemari oleh asap rokok (Pusat Penyuluhan Kesehatan Masyarakat, Depkes RI 2002).

## **D.Pengaruh Asap Rokok Terhadap Paru-Paru**

### **1. Bagi Perokok Aktif**

Merokok akan memberi dampak timbulnya gangguan kesehatan pada tiga hal :

- a. Timbulnya kanker
- b. Timbulnya penyakit kardiovaskular
- c. Timbulnya penyakit pada paru-paru.

Merokok secara bermakna dapat memberikan efek merugikan pada struktur dan fungsi paru. Telah diidentifikasi bahwa merokok merupakan faktor resiko utama timbulnya penyakit paru obstruktif kronik serta menurunkan FEV1, mempercepat hilangnya fungsi ventilasi paru, meningkatkan simptom respirasi (batuk dan mengeluarkan dahak) dan timbulnya infeksi paru. Data dari berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa merokok meninggikan angka mortalitas (terhadap PPOK, pneumonia, dan influenza) dibanding bukan perokok.

Perubahan morfologis terjadi pula pada saluran napas tepi. Pada perokok aktif kronis yang terjadi obstruksi kronik berat saluran napas, diketahui terjadinya inflamasi, atrofi, metaplasia sel goblet, metaplasia skuamosa, dan sumbatan lendir pada bronkiolus terminal dan bronkiolus respiratorius. Perubahan pada alveoli dan kapiler juga terjadi. Kerusakan jaringan peribronkiolar alveoli pada perokok yang mengalami emfisema paru merupakan salah satu perubahannya. Selain perubahan pada alveoli, terjadi pula pengurangan jumlah kapiler perialveolar dan terdapat penebalan intima dan tunika media pada pembuluh darah yang ukurannya kurang dari 200  $\mu\text{m}$ .

Efek merokok dalam jangka waktu lama selain terjadi perubahan struktur dan fungsi tersebut di atas terjadi pula perubahan yang digolongkan pada penyakit paru. Pada individu normal terjadi perubahan fungsi paru secara fisiologi sesuai dengan perkembangan umur dan pertumbuhan barunya. Mulai pada fase anak sampai umur kira-kira 22–24 tahun terjadi pertumbuhan paru sehingga pada waktu itu nilai fungsi paru semakin besar bersamaan dengan penambahan umur dan nilai fungsi paru mencapai maksimal pada 22–24 tahun. Beberapa waktu nilai fungsi paru menetap (stationer) kemudian menurun secara gradual (pelan-pelan), biasanya umur 30 tahun sudah mengalami penurunan, berikutnya nilai fungsi paru (KVP=kapasitas vital paksa dan  $\text{FEV}_1$  = volume ekspirasi paksa satu detik pertama) mengalami penurunan rerata sekitar 20 ml tiap pertambahan satu tahun umur individu. Apabila seorang individu mulai merokok terus menerus maka pengaruhnya pada perubahan nilai fungsi paru tergantung pada kapan mulainya merokok, apakah saat pertumbuhan paru, saat stationer atau saat sudah mulai

terjadi penurunan fungsi paru. Prinsipnya seorang perokok mempunyai nilai fungsi paru (persentase prediksinya) lebih kecil dibanding individu normal untuk umur, jenis kelamin, dan tinggi badan yang sama. Besarnya penurunan fungsi paru ( $FEV_1$ ) berhubungan langsung dengan jumlah rokok yang dikonsumsi pertahun dan lamanya paparan asap rokok (Mengkid, 2006).

Mekanisme timbulnya kelainan pada perokok adalah:

- a. Timbulnya inflamasi saluran napas sentral dan perifer dapat meningkatkan resistensi saluran napas, meninggikan nilai  $FEV_1$ .
- b. Timbulnya *hyperresponsiveness* saluran napas dapat meningkatkan resistensi saluran napas, meningkatkan nilai  $FEV_1$ .
- c. Gangguan keseimbangan protease-antiprotease. Asap rokok dapat meningkatkan produksi protease dan menurunkan anti-protease, akhirnya timbul kerusakan dinding saluran napas perifer (emfisema).
- d. Peranan sel neuroendokrin pada saluran napas dan pembentukan *bombasin-like* peptide sebagai determinan penyakit paru akibat asap rokok (masih hipotesis). Perokok yang *susceptible*; saja yang akan timbul PPOK atau *smoking related disorders* lainnya. (Sudoyo, 2010)

Menurut Rahajoe dkk (2010) kebiasaan merokok dapat menimbulkan gangguan ventilasi paru karena dapat menyebabkan iritasi dan sekresi mukus yang berlebihan pada bronkus. Keadaan seperti ini dapat mengurangi efektifitas mukosiler dan membawa partikel-partikel debu sehingga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri. Asap rokok dapat meningkatkan risiko timbulnya



penyakit bronkitis dan kanker paru. Menurut Mangesiha dan Bakele, terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dan gangguan saluran pernapasan. Dari penelitian yang dilakukan oleh dr.E.C.Hammond dari American Center Society ditarik kesimpulan bahwa mereka yang mulai merokok pada umur kurang dari 15 tahun mempunyai risiko menderita kanker paru 4–18 kali lebih tinggi dari pada yang tidak pernah merokok. Sedangkan kebiasaan merokok dimulai diatas umur 25 tahun, risikonya 2–5 kali lebih tinggi daripada yang tidak pernah merokok.

## **2. Bagi Perokok Pasif**

Merokok pasif pun dapat memberikan efek yang sama. Beberapa penyakit yang berhubungan dengan merokok pasif atau berhubungan dengan paparan asap rokok lingkungan adalah :

- a. Peningkatan infeksi paru dan telinga, serta eksaserbasi akut penyakit paru kronik
- b. Gangguan pertumbuhan paru pada anak
- c. Peningkatan resiko kematian pada anak (*sudden infant death syndrome*)
- d. Peningkatan kemungkinan penyakit kardiovaskular dan gangguan perilaku neurologis apabila si anak tumbuh dewasa
- e. Asap rokok lingkungan merupakan penyebab penyakit pada bukan perokok
- f. Paparan asap rokok lingkungan dapat memberikan beberapa efek iritasi akut

g. Paparan asap rokok lingkungan pada orang dewasa bukan perokok dapat meningkatkan resiko untuk timbulnya kanker paru dan penyakit jantung iskemik.

Perubahan pada saluran napas sentral adalah perubahan-perubahan histologis pada sel epitel bronkus (silia hilang/berkurang, hiperplasi kelenjar mukus, meningkatnya jumlah sel goblet). Peneliti lain melaporkan terjadinya transformasi struktur sel epitel bila aktivitas merokok terus menerus, yaitu perubahan bentuk epitel yang semula *pseudostratified ciliated ephitelium* berubah menjadi karsinoma bronkogenik invasif. Kecepatan dan intensitas kejadian perubahan tersebut tergantung pada jumlah rokok yang dikonsumsi tiap hari.

Jumlah asap yang dihirup oleh perokok pasif bergantung pada:

- a. Keadaan Ventilasi Lingkungan
- b. Orang tua yang merokok di rumah memberikan resiko anak terkena penyakit infeksi saluran napas seperti pneumonia, bronchitis, dan penyakit paru lainnya 2x lipat lebih besar karena:
  - Paru-paru anak lebih kecil daripada orang dewasa. Sistem kekebalan tubuh belum sempurna, sehingga lebih mudah terkena radang pernapasan dan infeksi telinga.
  - Anak-anak memiliki frekuensi pernapasan lebih tinggi dibandingkan orang dewasa. Sehingga, lebih banyak jumlah zat kimia yang dihirup dalam rentang waktu yang sama.

- Anak-anak hanya memiliki sedikit pilihan dibandingkan orang dewasa karena mereka tidak dapat mengkritik perokok. (Ibrahim, 2002)

Secondhand smoke juga dapat menyebabkan iritasi mata, hidung, tenggorokan, paru-paru, sakit kepala, menyebabkan batuk, dahak berlebihan, nyeri dada, dan tereduksinya aliran darah arteri menuju jantung. Bagi orang tua yang merokok berpindah-pindah dari luar ruangan ataupun dalam ruangan dengan pintu dan jendela terbuka, angka paparan asap rokoknya 2,3–4 kali lebih tinggi dibandingkan anak yang orang tuanya tidak merokok.

Paparan dalam KBBI didefinisikan sebagai uraian atau curaian, hasil mamapar. Paparan asap rokok dapat membuat anak-anak menderita resiko kesehatan yang serius. Asap yang ditimbulkan akan mengakibatkan infeksi, peradangan telinga, sindrom kematian bayi mendadak, radang paru-paru, dan bronkitis. Berikut ini adalah data tentang peningkatan nadi, tekanan sistolik dan diastolik serta meningkatnya HbCo % sebagai gambaran dari efek merokok pasif selama 2 jam di sebuah ruangan atau jarak < dari 7,5 m ( Badan Informasi Daerah, 2007).

#### c. Jumlah Perokok dalam Ruangan

Konsentrasi nikotin juga dipengaruhi oleh intensitas perokok. Semakin banyak perokok, semakin besar orang yang berada di sekitarnya dirugikan oleh rokok yang dihisapnya.

Tabel 2. Efek Merokok Pasif Selama 2 jam di Sebuah Ruangan (Ibrahim, 2002).

	<b>Tidak Terpapar Asap Rokok</b>	<b>Terpapar Asap Rokok Dengan Ruang Berventilasi</b>	<b>Terkena Paparan Asap Rokok Dengan Ventilasi Yang Buruk</b>
<b>Nadi</b>	71	77	88
<b>Tekanan Darah Diastolik</b>	- 78	- 83	- 85
<b>Sistolik</b>	112	127	131
<b>Hbco%</b>	126	177	228

d. Jumlah Rokok yang Dihisap Oleh Perokok

Paparan asap rokok terhadap anak-anak di bawah 5 tahun akan meningkatkan terjadinya asma dan infeksi pada saluran pernapasan. Jika orang tuanya merokok 10 batang per harinya.

e. Lamanya Paparan Asap Rokok

Satu batang rokok yang terbakar akan mengeluarkan komponen gas dan partikel sebanyak  $5 \times 10^9$  PP yang bisa bertahan 4 jam dalam ruangan setelah rokok berhenti. Jadi apabila seseorang merokok dalam rumah, maka partikel-partikel tersebut bertahan dan bisa terhisap oleh orang lain di dalamnya.

Anak-anak yang terpapar asap rokok di rumah setiap hari akan mengalami penurunan fungsi faal paru-paru peaks expiratory flow rate (PEFR) yang ditandai dengan 11% gejala asma pada anak-anak. 14% batuk setelah terpapar dalam rumah, pagi, dan malam hari. Kebiasaan menghisap asap rokok pasif dan berulang lebih dari 6 kali sehari akan menurunkan volume ekspirasi paksa detik (FEVI)

sebanyak 28,7% pertahun, menekan 14% pergerakan silia, menurunkan 38,7% kualitas PAM (*pulmonary alveolus*).

Orang yang menghisap sidestream smoke (asap rokok sampingan) memiliki resiko lebih tinggi terkena gangguan kesehatan akibat rokok tidak memiliki proses penyaringan yang cukup. Hasil studi menunjukkan sidestream smoke mengandung 2 kali lebih banyak tar dan nikotin selain mengandung 3 kali lebih banyak kandungan 3–4 benzopyrene yang sering disebut sebagai agen penyebab kanker. Sidestream smoke juga mengandung 10 kali lebih banyak karbonmonoksida yang mengambil tempat oksigen pada eritrosit sehingga tubuh kekurangan oksigen. Cadmium dalam *sidestream smoke* dapat merusak sel-sel permukaan pada kantung paru dan merupakan penyebab terjadinya penyakit paru. Reaksi yang dapat terjadi saat menghisap asap rokok secara pasif adalah batuk, gelisah, nyeri dada, menngis pada anak, cephalgia. Merokok telah terbukti dapat memacu bronkokonstriksi pada binatang percobaan melalui fase refleks kolinergik awal dan stress yang diperantarai norepinefrin (Bek *et al*, 1999).

Banyak faktor pengganggu yang juga dapat mempengaruhi kapasitas paru seperti yang telah diuraikan pada kerangka teori. Faktor-faktor tersebut adalah :

a. Usia

Faktor umur mempengaruhi kekenyalan paru sebagaimana jaringan lain dalam tubuh. Walaupun tidak dapat dideteksi hubungan umur dengan pemenuhan volume paru tetapi rata-rata telah memberikan suatu perubahan yang besar

terhadap volume paru. Hal ini sesuai dengan konsep paru yang elastis (Mengkidi, 2006).

b. Pertumbuhan Somatik

Sebagian besar pertumbuhan paru terjadi melalui penambahan volume alveolus yang sudah ada. Permukaan alveolus dan kapiler membesar secara paralel dengan pertumbuhan somatik. Sebagai akibatnya, individu yang tubuhnya lebih tinggi cenderung memiliki paru yang lebih besar. Pertumbuhan somatik pada penelitian ini diukur dari IMT (Rahajoe, 2010).

c. Jenis Kelamin

Sebagian besar nilai fungsi paru atau kapasitas paru pada wanita, lebih rendah dibandingkan kaum pria. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan anatomi atau fisiologis pada komponen-komponen sistem pernapasan. Ada beberapa bukti bahwa saluran udara laki-laki dan wanita merespon secara berbeda terhadap paparan asap rokok. Hal ini dikarenakan perbedaan antara saluran udara pria dan wanita pada awal pengembangan paru-paru di janin. Wanita dewasa memiliki kadar surfaktan lebih tinggi. Wanita memiliki paru-paru yang lebih kecil dibandingkan laki-laki, namun lebih menguntungkan dengan saluran udara dan diameter lebih besar yang berkaitan dengan volume parenkim paru-paru. Setelah pubertas keuntungan relatif dari saluran udara perempuan hilang, mungkin sebagai akibat dari perubahan hormon pada wanita dan peningkatan kekuatan otot antara manusia yang meningkatkan fungsi paru-paru. Karena fisiologi tersebut, asma lebih sering terjadi pada anak laki-laki dibandingkan anak perempuan, namun keadaan ini terbalik saat melewati masa pubertas. Kerentanan terhadap

paparan asap rokok dan manifestasi gejala dapat berbeda antara jenis kelamin. Namun, kebanyakan studi tidak memberikan data terpisah untuk pria dan wanita (Svanes, 2003).

#### d. Status Gizi

Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan zat gizi. Salah satu akibat dari kekurangan gizi dapat menurunkan sistem imunitas dan antibodi sehingga orang mudah terserang infeksi seperti pilek, batuk, diare, dan juga berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu yang masuk dalam tubuh (Mengkid, 2006).

Pada bayi perlu diketahui susu apa yang diberikan : Air Susu Ibu (ASI) ataukah Pengganti Air Susu Ibu (PASI), atau keduanya. Kemudian apabila ASI, ditanyakan juga apakah ASI diberikan secara eksklusif (ASI saja sampai 4-6 bulan). Anamnesis riwayat makanan ditanyakan sampai pasien datang berobat. Pada hakekatnya anamnesis tentang asupan makanan ini merupakan analisis makanan secara kasar. Hasil analisis ini berperan terutama pada kasus kelainan gizi dan gangguan tumbuh kembang serta harus digabungkan dengan data lainnya yaitu pemeriksaan fisis, laboratorium, dan antropometris sehingga dapat disimpulkan status nutrisi pasien secara adekuat (Rahajoe, 2010).

Status gizi pada anak memiliki kriteria khusus. Hasil perhitungan IMT regular dibandingkan dengan referensi dari buku standar kerja antropometri untuk anak umur 5-18 tahun dengan rentang :

Kurus : -3SD sampai dengan <-2SD

Normal : -2 SD sampai dengan 1 SD

Gemuk : >1SD sampai dengan 2 SD

Obesitas : >2SD

(Mentri Kesehatan RI, 2010).

e. Riwayat Penyakit

Perubahan volume paru dapat pula dipengaruhi oleh penyakit paru. *Emphysema* merupakan penyakit utama yang mempengaruhi volume paru. *Emphysema* dapat merusak jaringan paru sehingga mempengaruhi kekenyalan jaringan paru (Mengkidi, 2006).

f. Riwayat Kehamilan Ibu

Keadaan ibu selama hamil mempengaruhi fungsi paru anak. Paparan asap rokok selama kehamilan dan tahap perkembangan awal anak berhubungan dengan kerusakan fungsi paru permanen; dan pada asma anak, orang tua perokok meningkatkan gejala klinis dan frekuensi serangan asma (Kabesh *et al*, 2004).

g. Olahraga

Latihan fisik sangat berpengaruh terhadap sistem kembang pernapasan. Dengan latihan fisik secara teratur minimal 3 kali per minggu selama 30 menit dapat meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam paru. Kebiasaan berolahraga memberi manfaat dalam meningkatkan kerja dan fungsi paru, jantung, dan pembuluh darah yang ditandai dengan denyut nadi istirahat menurun, isi sekuncup bertambah, kapasitas vital paru bertambah, penumpukan asam laktat berkurang, meningkatkan pembuluh darah kolesterol, meningkatkan HDL kolesterol dan mengurangi aterosklerosis. Secara umum semua cabang olahraga, permainan, dan aktifitas fisik sedikit banyak membantu



meningkatkan kebugaran fisik. Namun terdapat perbedaan dalam tingkat dan komponen-komponen kebugaran fisik yang ditingkatkan (Mengkid, 2006).

#### h. Polusi Udara

Paparan terhadap polusi udara mempengaruhi perkembangan paru pada anak, menyebabkan penurunan paru yang nyata saat mencapai usia dewasa. (Gauderman *et al.* 2004). Studi epidemiologi anak memperkirakan bahwa morbiditas dan mortalitas penyakit respirasi berhubungan dengan polusi fotokimia dan partikel. Polusi udara juga berhubungan dengan tempat tinggal, tempat tinggal perkotaan memiliki polusi udara yang lebih banyak dibandingkan dengan daerah pedesaan. Kerja fisik apabila monoton dan dilakukan di tempat-tempat berdebu dalam waktu yang lama tanpa disertai dengan rotasi kerja, istirahat, dan rekreasi yang cukup akan berakibat terjadinya penurunan kapasitas paru dari tenaga kerja. Semakin lama seseorang bekerja di suatu daerah berdebu maka kapasitas paru seseorang akan semakin menurun (Mengkid, 2006).

#### i. Pendidikan (Pengetahuan) Orang Tua

Pengetahuan merupakan hasil dari tahu, dan ini terjadi setelah penginderaan melalui panca indra manusia. Pengetahuan sangat penting dalam membentuk tindakan seseorang (*overt behaviour*). Seseorang akan berhenti merokok apabila ia tahu tujuan dan manfaatnya bagi kesehatannya dan keluarganya, dan apa bahayanya bila ia tidak melakukan hal tersebut (Notoatmodjo, 2007).

#### j. Sosial Ekonomi Keluarga

Beberapa faktor seperti merokok selama masa kehamilan, berat bayi lahir rendah, prematur, dan infeksi anak berhubungan dengan siklus sosioekonomi

yang menuju pada menurunnya fungsi paru pada anak dan dewasa. Bagaimanapun, beberapa penelitian membuktikan adanya hubungan sosioekonomi pada perkembangan paru tahap awal dan fungsinya di masa tua (Lawlor, 2004)

h. Banyaknya jumlah perokok di rumah

Banyaknya jumlah perokok di rumah meningkatkan frekuensi paparan asap rokok terhadap anak. Sehingga faktor ini akan menambah dari skala perhitungan (Bek *et al*, 1999).

### **E. SD Negeri 3 Sumur Putri**

SD Negeri 3 Sumur Putri terletak di Kelurahan Sumur Putri Kecamatan Teluk Betung Utara Bandar Lampung. Memiliki murid yang orang tuanya sebagian besar berprofesi sebagai petani, buruh, biro jasa, dan wiraswasta. Dari kehidupan sehari-hari kebanyakan dari mereka bertempat tinggal berdekatan dan kegiatan yang relatif sama sehingga paparan yang diterima hampir sama dan bias untuk variabel yang diteliti akan lebih sedikit. SD Negeri 3 sumur putri memiliki satu kelas untuk SD kelas 1 dengan 36 murid, satu kelas untuk SD kelas 2 dengan 34 murid, satu kelas untuk SD kelas 3 dengan 35 murid, satu kelas untuk sd kelas 4 dengan 38 murid, satu kelas untuk SD kelas 5 dengan 25 murid, dan tiga kelas untuk SD kelas 6 dengan 25. Sekolah ini juga memiliki 12 orang guru dan 1 karyawan sekolah.