

WORKSHOP PIR 2017

FAAL PERNAPASAN

**Prof . DR. dr. Suradi Sp.P (K), MARS, FISR, Kresentia Anita
R., Lydia Arista**

Bagian Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi

FK UNS / RSUD Dr. Moewardi Surakarta

CURRICULUM VITAE

Nama Lengkap : Prof. DR. Dr. Suradi, SpP (K), MARS, FISR

NIP : 130 543 961

Pangkat / Golongan : Pembina / IV B

Instansi : RSUD Dr. Moewardi Surakarta

Tempat / Tgl lahir : Surakarta, 21 Mei 1947

Agama : Islam

Jabatan : KPS Pulmonologi Fakultas Kedokteran UNS
Konsulen

Pendidikan : Dokter Umum FK UNS (12 Februari 1979)
Dokter Spesialis Paru FK UNAIR (Mei 1989)
Dokter Spesialis Paru Konsultan (1995)
Magister Administrasi Rumah Sakit (MARS) UI (1995)
Doktor UNAIR (Agustus 2004)

Alamat Kantor : SMF Paru RSUD Dr. Moewardi Surakarta
Jl. Kol Sutarto 132 Telp 634634 (Ps. 509) Fax : 639248 Surakarta

Alamat Rumah : Jl. Pemuda No. 147 Bekonang Surakarta 57554

PENDAHULUAN

Sistem pernapasan



Dinding dada
Otot-otot pernapasan
Sistem saraf
Saluran napas atas & bawah
Paru

Pertukaran oksigen (O_2) dan
karbondioksida (CO_2)
Keseimbangan buffer asam
basa
Proses fonasi

Tiga komponen :
Ventilasi, Difusi, Perfusi

16 X
percabangan

23 X
percabangan

	Generation		Diameter, cm	Length, cm	Number	Total cross- sectional area, cm ²
Conducting zone	trachea	0	1.80	12.0	1	2.54
	bronchi	1	1.22	4.8	2	2.33
		2	0.83	1.9	4	2.13
		3	0.56	0.8	8	2.00
	bronchioles	4	0.45	1.3	16	2.48
		5	0.35	1.07	32	3.11
Transitional and Respiratory zones	terminal bronchioles	16	0.06	0.17	6×10^4	180.0
	respiratory bronchioles	17	↓	↓	↓	↓
		18				
		19	0.05	0.10	5×10^5	10^3
	alveolar ducts	T ₃	↓	↓	↓	↓
		T ₂				
		T ₁				
	alveolar sacs	T	0.04	0.05	8×10^6	10^4

Zona konduksi

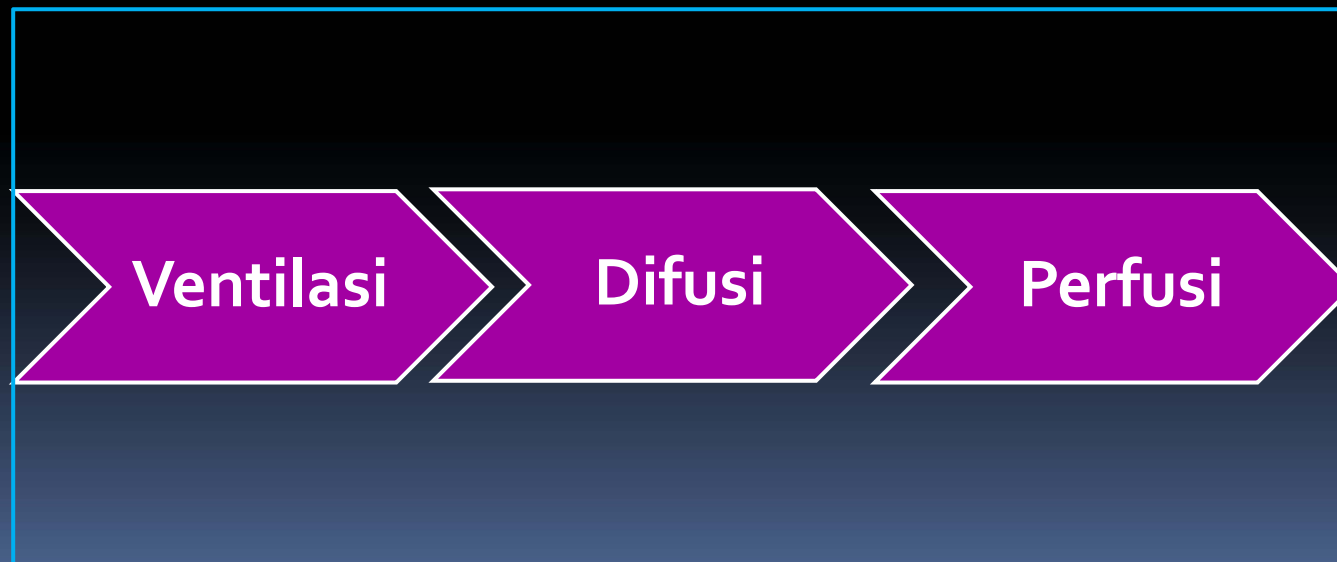
- ✓ Tidak mengandung alveoli
- ✓ Tidak ambil bagian pada proses pertukaran gas
- ✓ Ruang rugi anatomi

Zona respirasi

- ✓ Mengandung alveoli
- ✓ Terlibat pada proses pertukaran gas

FISIOLOGI PARU

- Fungsi utama paru : proses respirasi → yaitu usaha tubuh untuk memenuhi O_2 untuk proses metabolisme dan mengeluarkan CO_2 sebagai hasil metabolisme



Ventilasi

Proses masuk dan keluarnya udara melalui saluran napas ke dalam paru meliputi inspirasi dan ekspirasi

Inspirasi adalah proses yang aktif dimana otot pernapasan berkontraksi yang akan meningkatkan volume intratorakal

Ekspirasi adalah proses pasif dimana tidak didapatkan kontraksi otot untuk menurunkan volume intratorakal

Ventilasi

Fase inspirasi
awal



tekanan
intrapleura
menurun
sekitar
– 6 mmHg

Tekanan
pada saluran
napas
menjadi
negatif



aliran udara
masuk ke
dalam paru

Akhir
inspirasi



Recoil paru



rongga dada
ke posisi
semula

Tekanan
saluran napas
> tekanan
atmosfer



ekspirasi

$$VE = VT \times F$$

VE = volume ekshalasi per menit / ventilasi semenit

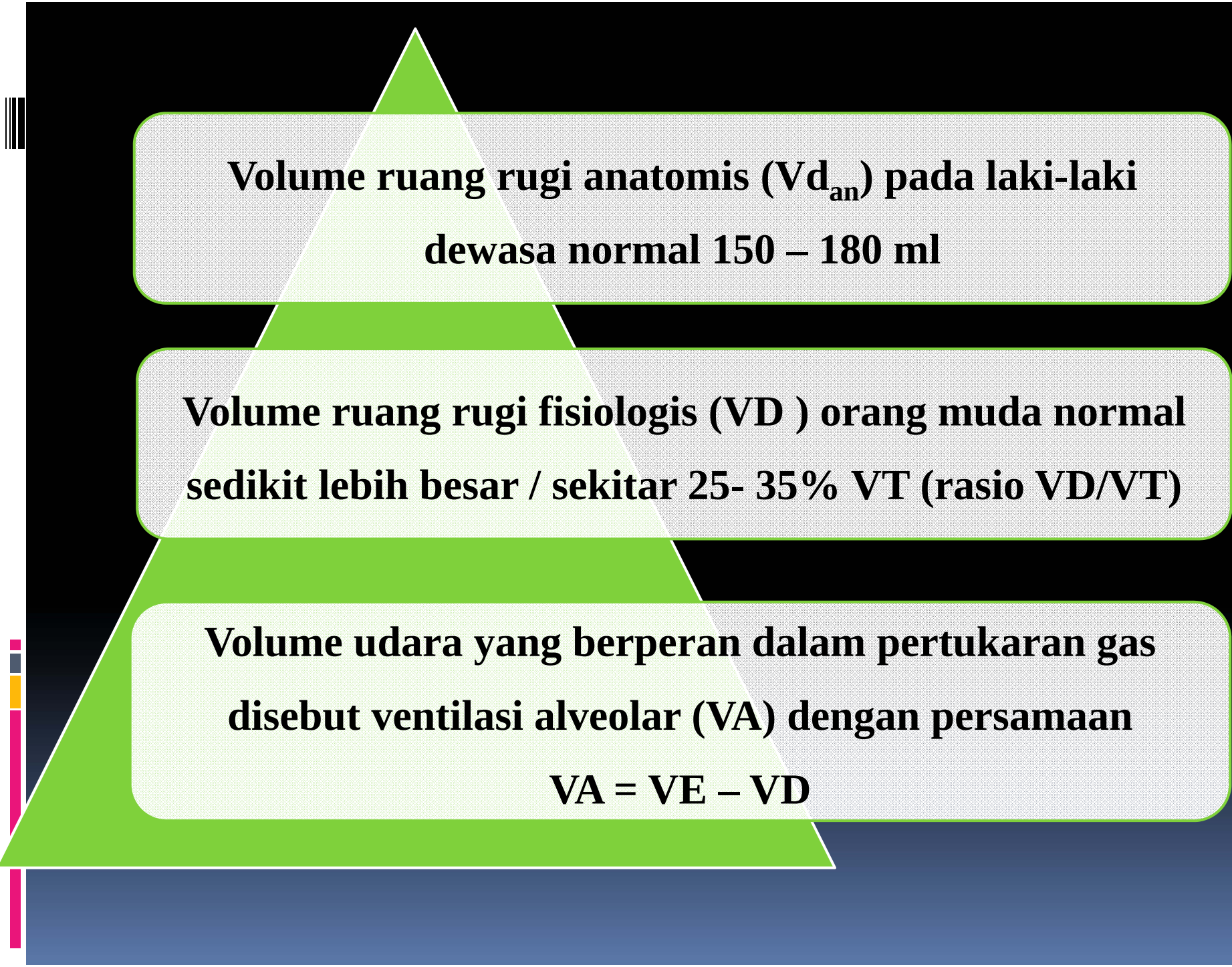
VT = volume tidal

F = frekuensi napas

Ventilasi Alveolar dan Ruang Rugi (dead space)

- Pertukaran gas terjadi di dalam alveoli ketika udara inspirasi masuk dan terjadi difusi dengan pembuluh darah kapiler
- Tidak semua udara inspirasi mencapai alveoli dan berpartisipasi dalam pertukaran gas
- Volume udara pada akhir inspirasi yang tetap ada di dalam saluran napas konduksi disebut ruang rugi anatomis

- Ruang rugi fisiologis = ruang rugi anatomi + ruang rugi alveolar
- Ruang rugi alveolar sangat sedikit sehingga ruang rugi fisiologik sama dengan ruang rugi anatomik
- Volume gas di dalam alveolus yang tidak mendapat perfusi disebut shunt dan kelebihan volume gas dalam alveolus disebut dead space



Volume ruang rugi anatomis ($V_{d_{an}}$) pada laki-laki dewasa normal 150 – 180 ml

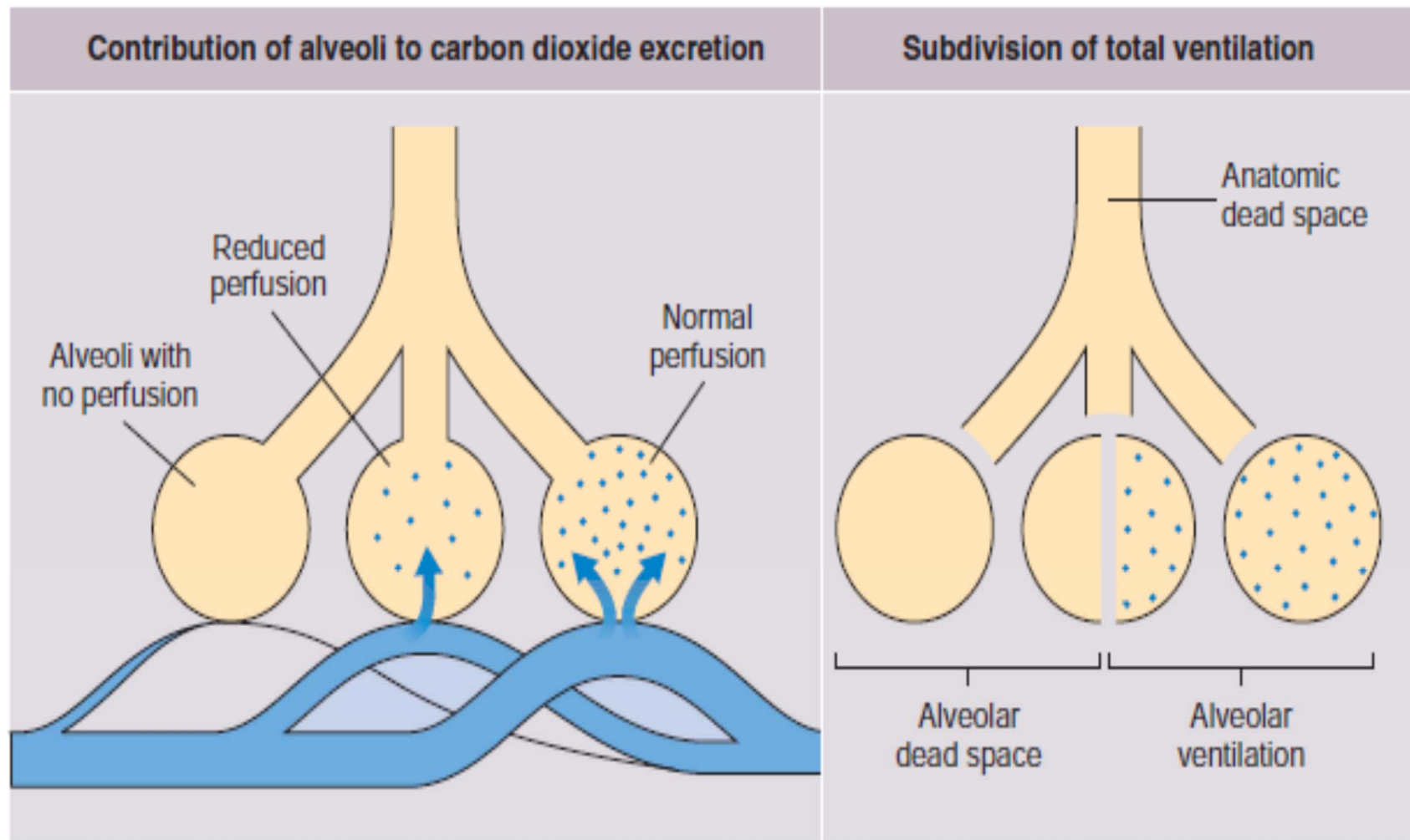
Volume ruang rugi fisiologis (VD) orang muda normal sedikit lebih besar / sekitar 25- 35% VT (rasio VD/VT)

Volume udara yang berperan dalam pertukaran gas disebut ventilasi alveolar (VA) dengan persamaan

$$VA = VE - VD$$

Gangguan proses ventilasi

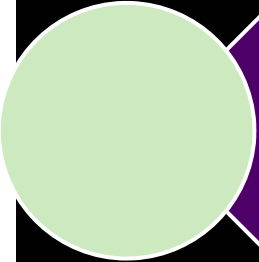
- Kelainan saraf pusat, neuromuskuler, trauma cervical, kelumpuhan saraf frenicus
- Keracunan obat-obatan yang menyebabkan depresi napas
- Toksin botulisme, tetanus, polio
- Deformitas dinding dada
- Ketidakseimbangan elektrolit
- Distensi abdomen massif
- Obstruksi jalan napas



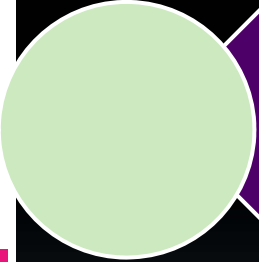
Gambar 2. Ruang rugi fisiologis.

Keterangan : Alveoli tanpa perfusi, perfusi yang dikurangi, dan perfusi normal dan kontribusi dalam ekskresi CO_2 . Subdivisi dari total ventilasi dalam ruang rugi anatomis, ruang rugi alveolar tanpa perfusi, dan ventilasi alveolar dengan perfusi ideal.

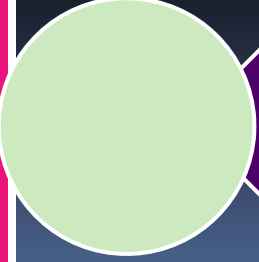
Difusi



Perpindahan molekul gas secara pasif dari area dengan tekanan parsial tinggi ke area dengan tekanan parsial rendah sampai kedua area memiliki tekanan parsial sama

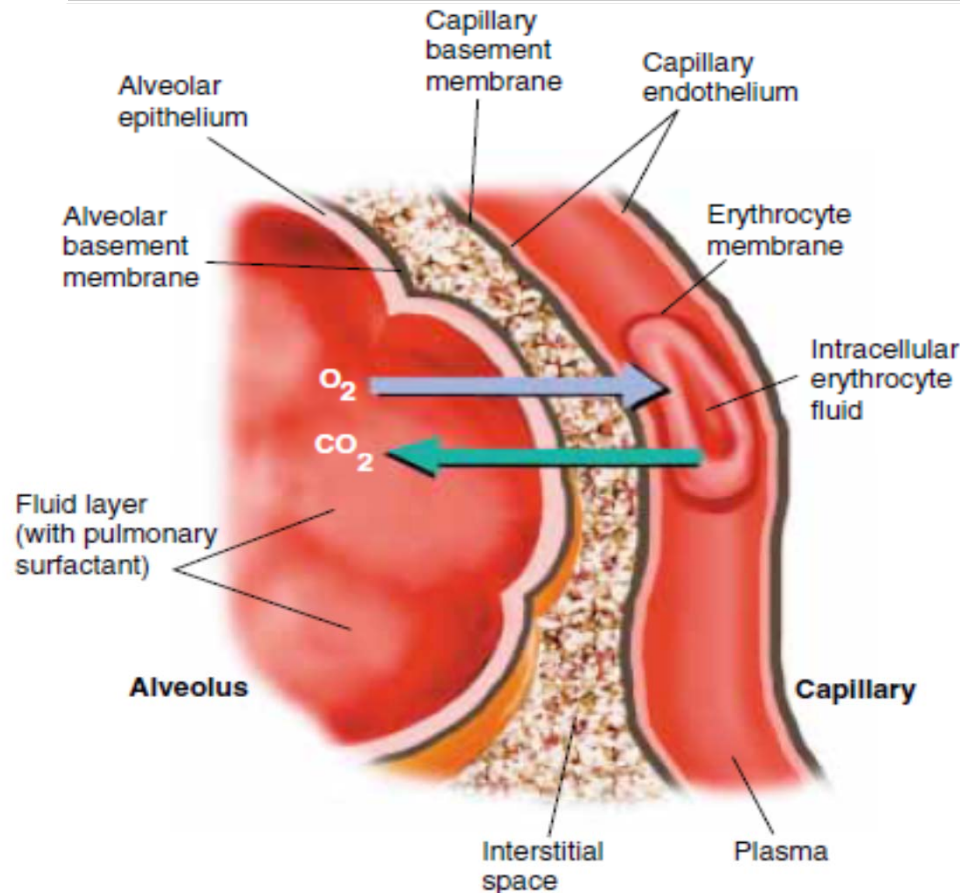


Perpindahan O₂ dari alveoli ke dalam darah dan CO₂ dari darah ke alveoli



Proses pertukaran gas terjadi karena perbedaan tekanan parsial O₂ dan CO₂ antara alveoli dan kapiler paru

Proses difusi di paru terjadi melalui suatu membran alveolokapiler



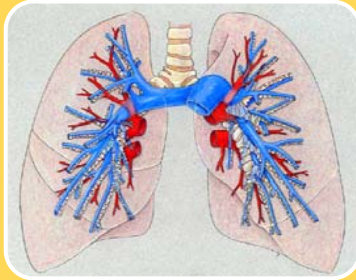
- ❖ cairan yang melapisi membran intraalveolar
- ❖ sel epitel alveolar
- ❖ membran basal sel epitel alveolar
- ❖ jaringan ikat longgar (ruang interstisial)
- ❖ membran basal endotelium kapiler
- ❖ endotelium kapiler
- ❖ plasma darah kapiler
- ❖ membran eritrosit
- ❖ cairan intraseluler
- ❖ hemoglobin (Hb)

Proses difusi melalui membran semipermeabel

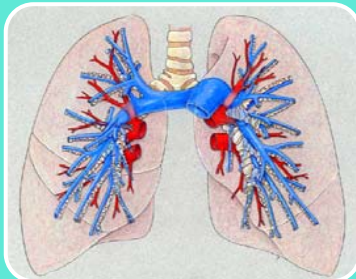
Gangguan difusi

- Rendahnya tekanan parsial oksigen inspirasi (pada ketinggian diatas 10.000 kaki)
- Ketidakseimbangan antara ventilasi dengan perfusi baik shunt maupun dead space
- Kelainan pirau kanan ke kiri pada kelainan jantung
- Peningkatan kebutuhan oksigen jaringan yang meningkat (sepsis, luka bakar hebat, pancreatitis, keracunan sianida, overdosis salisilat atau obat-obatan lainnya)

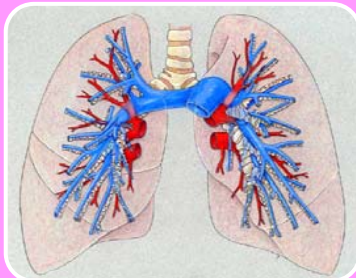
Perfusi



Distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk diedarkan ke seluruh tubuh

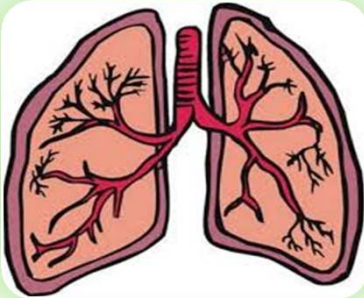


Aliran darah dalam paru → tekanan lebih rendah kira-kira $\frac{1}{5}$ tekanan darah sistemik

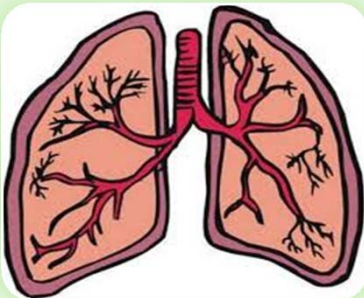


Aliran darah di paru sangat terpengaruh oleh gravitasi bumi → perfusi basal paru lebih besar dibandingkan perfusi apeks

Rasio ventilasi-perfusi (V/Q)

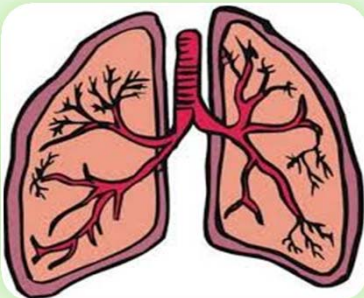


Ventilasi alveolar normalnya 4L/menit
kecepatan aliran darah kapiler paru adalah 5L/menit
→ rata-rata $V/Q = 4/5$ atau 0,8.



Rasio ventilasi-perfusi pada setiap bagian paru bervariasi

Apeks paru menerima ventilasi lebih banyak dibanding basal paru, tetapi menerima aliran darah (perfusi) lebih sedikit dibanding basal paru



V/Q bagian apeks lebih besar dari basal paru

PENGUKURAN FAAL PARU

Ventilasi

Spirometri

Inert gas dilution

Body plethysmography

Nitrogen washout

Difusi

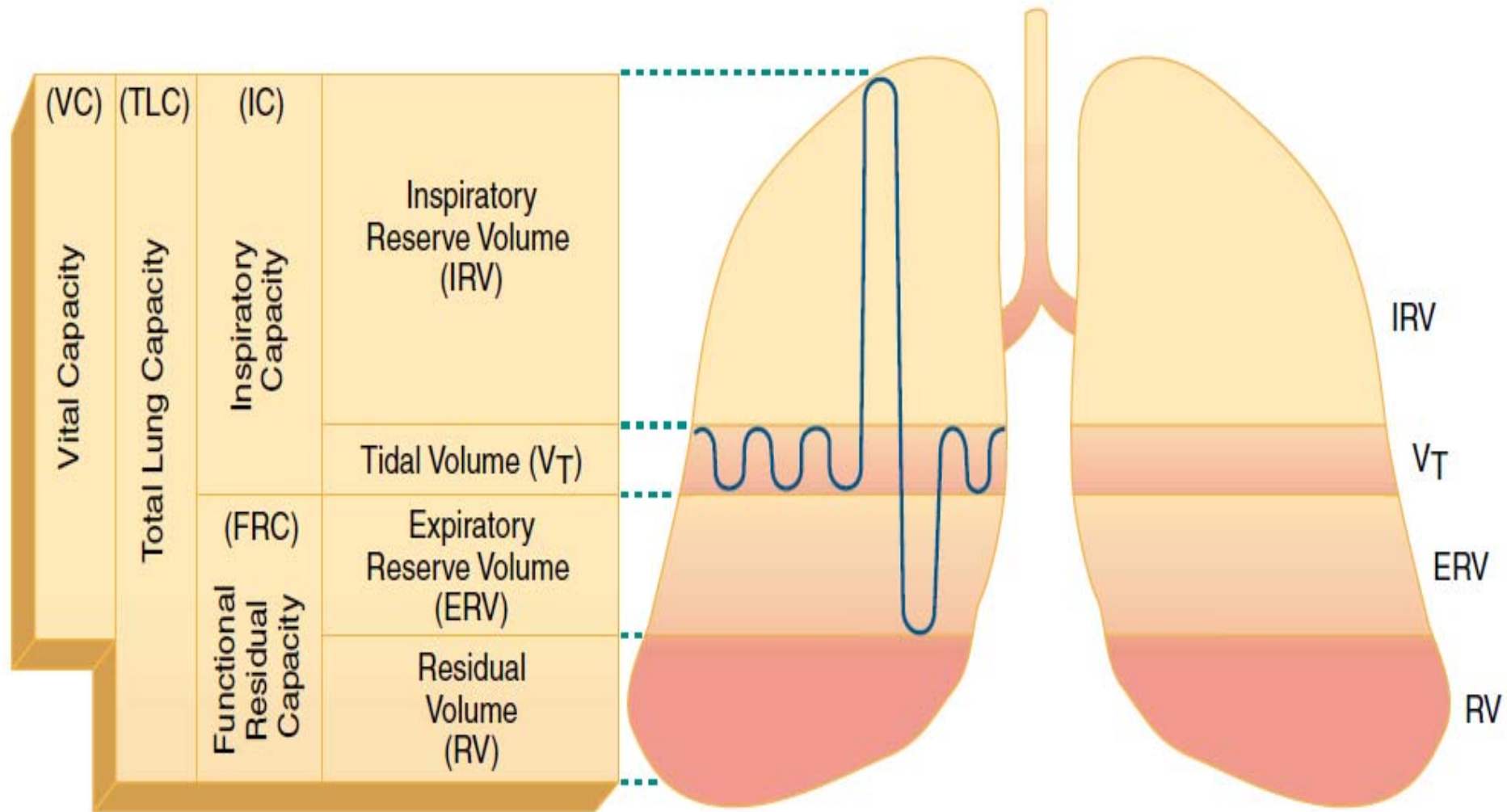
Analisa Gas Darah

Perfusi

Saturasi O₂ (pulse oxymetry)

Analisa Gas Darah

Volume paru



Thank
you

