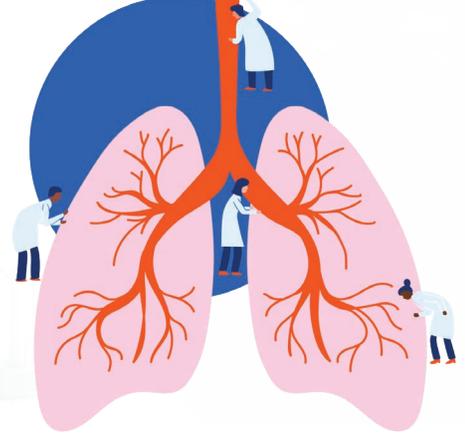


BAB I



PENDAHULUAN

A. Peran Fisioterapi Pada Kondisi Kardiopulmonal

Fisioterapis telah memainkan peran kunci dalam pengembangan dan pertumbuhan *cardiopulmonary rehabilitation (CR)* di Inggris sejak didirikan pada tahun 1970-an, dan fisioterapis adalah anggota inti dari multidisiplin tim penanganan kardiopulmonal rehabilitasi. Fisioterapi merupakan komponen penting dari sistem perawatan kesehatan dan memainkan peran penting dalam pengelolaan kondisi gerak fungsional dan kemampuan fisik yang bertanggung jawab bagi kesejahteraan pasien.

Salah satu peran utama fisioterapis adalah mempromosikan aktivitas fisik dan olahraga, yang diakui sebagai hal yang mendasar untuk mencegah dan mengelola berbagai penyakit kronis. Fisioterapis diposisikan secara unik untuk mengedukasi pasien tentang manfaat aktivitas fisik secara teratur dan mengembangkan program latihan yang dipersonalisasi yang memenuhi kebutuhan spesifik mereka. Pada masa pandemi COVID-19, Fisioterapis juga merupakan salah satu tenaga Kesehatan yang terlibat dalam menangani komplikasi pernapasan yang terkait dengan virus ini.

Selain itu, peran penting fisioterapi dalam merawat pasien dengan masalah kardiopulmoner juga dapat membantu pasien

mendapatkan kembali fungsi fisik dan kapasitas pernapasan. Dengan kata lain, Fisioterapi kardiopulmonal adalah cabang fisioterapi yang fokus pada pencegahan, rehabilitasi, dan pengelolaan gangguan kardiovaskular dan pulmonal. Spesialisasi dalam fisioterapi ini berfokus pada pencegahan, evaluasi, dan manajemen gangguan sistem kardiovaskular dan pulmonal. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kapasitas fungsional, mengurangi gejala, dan meningkatkan kualitas hidup pasien dengan kondisi kardiopulmonal.

Adapun ruang lingkup pelayanan fisioterapi pada manajemen fisioterapi kardiorespirasi, sebagai berikut:

1. Evaluasi dan penilaian kondisi kardiopulmonal
2. Rehabilitasi jantung dan paru-paru
3. Manajemen penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)
4. Perawatan pasien pasca operasi jantung atau paru-paru
5. Program latihan terapeutik untuk meningkatkan kebugaran kardiorespirasi
6. Teknik pembersihan jalan napas
7. Manajemen dispnea (sesak napas)
8. Edukasi pasien mengenai manajemen diri dan pencegahan
9. Intervensi untuk pasien dengan penyakit neuromuskular yang mempengaruhi fungsi pernapasan
10. Perawatan pasien dengan ventilasi mekanis

Fisioterapi sangat penting dalam pengelolaan kondisi kardiopulmoner. Fisioterapis memainkan peran penting dalam merawat pasien dengan gangguan kardiopulmoner, termasuk mereka yang memiliki masalah akut seperti asma, infeksi dada akut, dan trauma, serta kondisi kronis seperti Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) dan infark miokard (MI). Mereka menggunakan berbagai intervensi, termasuk teknik manual untuk membersihkan lendir, ventilasi non-invasif, dan resep olahraga untuk meningkatkan kapasitas fungsional. Fisioterapis juga terlibat dalam persiapan dan

pemulihan pasien dari operasi besar dan bekerja dengan pasien dari segala usia, mulai dari bayi prematur hingga orang dewasa yang lebih tua. Mereka berkontribusi pada pendekatan tim multidisiplin dalam menangani pasien dengan penyakit kardiovaskular, memastikan bahwa pasien menerima perawatan dan rehabilitasi yang komprehensif. Selain itu, fisioterapis adalah pelopor dalam mengembangkan teknik manajemen baru untuk masalah pernapasan non-organik dan merupakan pemain kunci dalam rehabilitasi kardiopulmoner, mempromosikan kesehatan dan kesejahteraan melalui edukasi, modifikasi gaya hidup, dan strategi pencegahan. Peran mereka meluas untuk mengurangi risiko dan mengelola pasien yang berisiko atau dengan *cardiovascular disease* (CVD) yang sudah ada, menjadikan mereka penting dalam pencegahan dan pengelolaan CVD.

Fisioterapi memainkan peran penting dalam pengelolaan kondisi kardiopulmoner, yang mencakup kondisi akut dan kronis. Peran dan tanggung jawab fisioterapi dalam manajemen kardiopulmoner meliputi:

1. Pencegahan dan Deteksi Dini

Fisioterapis mendorong olahraga teratur, panduan diet, dan edukasi mengenai manajemen faktor risiko untuk mencegah penyakit kardiovaskular dan meningkatkan kesehatan secara keseluruhan. Selain itu, Fisioterapis membantu mengidentifikasi dan mengelola faktor risiko sejak dini, yang secara signifikan dapat mengurangi kemungkinan berkembangnya kondisi kardiopulmoner.

2. Perawatan Fisioterapi

Fisioterapis merancang program rehabilitasi jantung yang komprehensif bagi individu yang baru pulih dari serangan jantung, operasi *bypass*, atau kejadian jantung lainnya. Program-program ini mencakup program olahraga yang disesuaikan, modifikasi gaya hidup, dan edukasi yang bertujuan untuk mengurangi

faktor risiko kardiovaskular. Fisioterapis mengajarkan berbagai teknik pernapasan untuk meningkatkan kapasitas paru-paru dan mengatasi gejala-gejala seperti sesak napas dan batuk. Teknik-teknik ini membantu mengeluarkan sekresi dari paru-paru, yang sangat penting setelah operasi jantung untuk mencegah komplikasi.

Dalam perawatan Fisioterapi dapat meresepkan latihan untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan kebugaran secara keseluruhan, yang merupakan bagian integral dari pengelolaan kondisi kardiopulmoner. Selain desain latihan, Fisioterapis menggunakan teknik manual untuk membersihkan lendir dari dada, membantu pasien dengan kondisi pernapasan seperti PPOK dan asma. Perawatan lainnya mencegah komplikasi pernapasan seperti pneumonia dan trombosis vena dalam (DVT) dengan mendorong latihan mobilitas dan sirkulasi. Dalam pengelolaan kondisi kronis, seperti PPOK, gagal jantung, dan bronkitis melalui intervensi khusus dan modifikasi gaya hidup.

3. Dukungan Psikososial

Fisioterapis memberikan dukungan psikososial untuk membantu pasien mengatasi aspek emosional dan psikologis dari kondisi mereka, sehingga meningkatkan kualitas hidup mereka secara keseluruhan.

4. Pendekatan Multidisiplin

Fisioterapis bekerja sebagai bagian dari tim multidisiplin, berkolaborasi dengan tenaga kesehatan profesional lainnya untuk memberikan perawatan dan rehabilitasi yang komprehensif bagi pasien dengan kondisi kardiopulmoner.

B. Evidence Based Practice

Pendekatan fisioterapi kardiopulmonal berbasis bukti (*evidence-based practice*) melibatkan penggunaan penelitian dan bukti ilmiah terkini untuk merancang dan menerapkan intervensi yang efektif

bagi pasien dengan gangguan kardiovaskular dan pulmonal. Berikut adalah beberapa contoh intervensi fisioterapi kardiopulmonal yang telah terbukti efektif melalui penelitian:

1. Latihan Aerobik

Penelitian menunjukkan bahwa latihan aerobik dapat meningkatkan kapasitas fungsional dan kualitas hidup pada pasien dengan penyakit kardiopulmonal. Contoh penanganan fisioterapi pada latihan aerobik seperti berjalan, bersepeda, dan berenang dapat meningkatkan kapasitas kardiorespirasi, mengurangi risiko kejadian kardiovaskular, dan memperbaiki kualitas hidup pasien dengan penyakit jantung koroner dan gagal jantung kongestif. Fisioterapis mengimplementasikan perancangan program latihan aerobik yang disesuaikan dengan kemampuan dan kondisi fisik pasien, dimulai dengan intensitas rendah dan meningkat secara bertahap.

2. Latihan Kekuatan

Kombinasi latihan aerobik dan kekuatan telah terbukti efektif dalam meningkatkan fungsi fisik pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK). Latihan kekuatan otot terbukti meningkatkan kekuatan otot perifer, daya tahan, dan kapasitas fungsional pada pasien dengan gagal jantung kronis dan COPD. Fisioterapis merancang program latihan kekuatan yang aman dan efektif, melibatkan penggunaan beban ringan hingga sedang dan pengulangan yang sesuai.

3. Teknik Pembersihan Jalan Napas

Teknik seperti postural drainage, vibrasi, perkusi dada, forced expiratory technique (FET) dan teknik batuk yang efektif telah terbukti membantu mengeluarkan sekret dari saluran napas dan memperbaiki fungsi paru-paru pada pasien dengan bronkiektasis dan fibrosis kistik. Fisioterapis mengajarkan teknik-teknik ini kepada pasien dan mengawasi pelaksanaannya untuk memastikan efektivitas.

4. Latihan Pernapasan

Studi menunjukkan bahwa teknik pernapasan seperti latihan diafragma dan teknik pernapasan bibir dapat meningkatkan fungsi paru-paru dan mengurangi sesak napas pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronik (COPD). Teknik pernapasan seperti pursed-lip breathing dan diaphragmatic breathing efektif dalam mengurangi dyspnea pada pasien dengan PPOK. Fisioterapis mengajarkan teknik pernapasan yang benar dan memantau kemajuan pasien secara berkala.

5. Program Fisioterapi Spesifik

Program Fisioterapi spesifik, seperti; pemberian intervensi IMT, program peningkatan kapasitas latihan, mobilisasi Pasca Operasi, dan juga latihan keseimbangan merupakan penanganan fisioterapi yang tidak dapat dilupakan dalam penanganan manajemen fisioterapi kardiopulmoner. Pemberian intervensi IMT telah terbukti meningkatkan kekuatan otot pernapasan dan mengurangi dyspnea pada pasien dengan gagal jantung kronis. Pemberian program lainnya yang mendukung intervensi tersebut adalah program rehabilitasi pulmonal yang komprehensif, hal ini telah menunjukkan efektifitas pada peningkatan kapasitas latihan dan kualitas hidup pada pasien dengan PPOK. Selain itu, pemberian intervensi pasca operasi terbuka diperlukan intervensi mobilisasi dini juga telah terbukti mengurangi komplikasi pulmonal dan lama rawat inap. Intervensi yang perlu diperhatikan adalah melakukan pelatihan keseimbangan yang dapat mengurangi risiko jatuh pada pasien lanjut usia dengan penyakit kardiopulmonal.

Pemahaman tentang peran dan ruang lingkup fisioterapi dalam bidang kardiopulmonal merupakan dasar penting bagi mahasiswa untuk mengembangkan kompetensi klinis yang holistik. Sebagaimana dijelaskan dalam bab ini, fisioterapis memiliki peran strategis dalam pencegahan, pengelolaan, dan rehabilitasi pasien dengan gangguan

sistem jantung dan paru-paru melalui pendekatan berbasis bukti dan praktik kolaboratif.

Bab-bab selanjutnya akan menguraikan secara lebih rinci aspek anatomi dan fisiologi sistem kardiopulmonal (Bab II), mekanisme patofisiologi penyakit yang umum ditemui (Bab III), serta proses manajerial fisioterapi mulai dari asesmen hingga intervensi klinis (Bab IV–Bab VI). Untuk memastikan intervensi berlangsung dengan aman dan profesional, Bab VII akan menekankan pentingnya manajemen keselamatan bagi pasien dan fisioterapis. Dengan landasan yang kuat dari Bab I ini, mahasiswa diharapkan dapat mengikuti dan mengintegrasikan pembelajaran secara komprehensif pada bab-bab berikutnya.

C. Ikhtisar

- Fisioterapi kardiopulmonal berperan dalam pencegahan, rehabilitasi, dan pengelolaan gangguan sistem kardiovaskular dan pulmonal.
- Peran fisioterapis mencakup edukasi pasien, program latihan, teknik pembersihan jalan napas, manajemen dispnea, serta rehabilitasi pasca operasi jantung dan paru.
- Evidence-Based Practice dalam fisioterapi kardiopulmonal menekankan intervensi berbasis penelitian seperti latihan aerobik, latihan kekuatan, teknik pembersihan jalan napas, dan latihan pernapasan.

D. Latihan Soal

1. Apa tujuan utama fisioterapi kardiopulmonal?
 - a. Menyembuhkan penyakit paru
 - b. Meningkatkan kualitas hidup pasien dengan gangguan kardiopulmonal

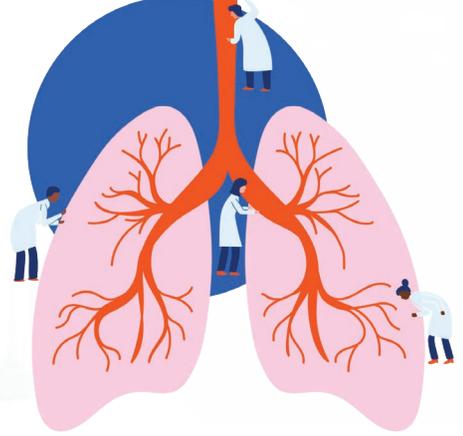
- c. Menggantikan fungsi pernapasan dengan alat bantu
 - d. Mengobati infeksi paru secara langsung
2. Manakah yang termasuk dalam peran fisioterapi kardiopulmonal?
 - a. Memberikan obat bronkodilator
 - b. Melatih pasien dalam teknik pernapasan yang efektif
 - c. Menentukan dosis terapi oksigen
 - d. Melakukan pembedahan paru
 3. Latihan yang paling efektif untuk meningkatkan kapasitas aerobik pasien dengan gangguan kardiopulmonal adalah...
 - a. Latihan kekuatan
 - b. Latihan fleksibilitas
 - c. Latihan aerobik
 - d. Latihan keseimbangan
 4. Manfaat utama rehabilitasi kardiopulmonal adalah...
 - a. Mengurangi risiko kambuhnya penyakit
 - b. Menghilangkan semua gejala penyakit paru
 - c. Menggantikan terapi farmakologis sepenuhnya
 - d. Mempercepat proses degenerasi paru
 5. Teknik pernapasan yang sering digunakan dalam fisioterapi kardiopulmonal adalah...
 - a. Valsalva maneuver
 - b. Pursed-lip breathing
 - c. Inspirasi cepat
 - d. Ekspirasi paksa

E. Referensi

- American Physical Therapy Association. (2019). Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy: Evidence to Practice (6th ed.). F.A. Davis Company.
- Anderson, L., et al. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. Cochrane Database of Systematic Reviews, 1(1), CD001800.
- Beauchamp, M. K., et al. (2013). Impairments in systems underlying control of balance in COPD. Chest, 144(3), 833-839.

- Frownfelter, D., & Dean, E. (2014). *Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy: Evidence and Practice* (5th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Holland, A. E., et al. (2012). Breathing exercises for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(10), CD008250.
- https://www.acpicr.com/data/Page_Downloads/ACPICRRoleof-Physio.pdf
- Lee, A. L., et al. (2015). Airway clearance techniques for bronchiectasis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11(11), CD008351.
- Main, E., & Denehy, L. (2016). *Cardiorespiratory Physiotherapy: Adults and Paediatrics* (5th ed.). Elsevier Health Sciences.
- McCarthy, B., et al. (2015). Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2(2), CD003793.
- Santos, P. M., et al. (2017). Effects of early mobilization in patients after cardiac surgery: a systematic review. *Physiotherapy*, 103(1), 1-12.
- Smart, N. A., et al. (2013). Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 11(2), 161-177.
- Spruit, M. A., et al. (2013). An official American Thoracic Society/ European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 188(8), e13-e64.

BAB II



ANATOMI DAN FISILOGI SISTEM KARDIOPULMONAL

A. Anatomi Fisiologi Kardiorespirasi

Sistem Respirasi

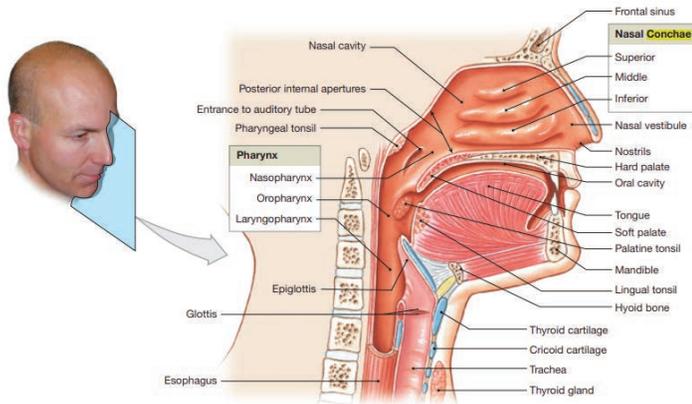
Secara garis besar, sistem respirasi terdiri dari saluran pernapasan atas dan saluran pernapasan bawah. Saluran pernapasan bagian atas terdiri dari hidung, rongga mulut, faring, dan laring. Saluran pernapasan bagian bawah terdiri atas pohon trakeobronkial dan paru-paru. Setiap organ respirasi memiliki perannya masing-masing terhadap pernapasan. Hidung dan rongga mulut berfungsi sebagai pintu masuk udara, faring dan laring mengarahkan udara ke trakea, sementara pohon trakeobronkial dan paru-paru bertanggung jawab untuk pertukaran gas, memasukkan oksigen ke dalam darah dan mengeluarkan karbon dioksida dari tubuh. Sistem pernapasan menyediakan oksigen bagi sel-sel tubuh dan menyingkirkan karbon dioksida. Pertukaran gas-gas ini terjadi di dalam paru-paru pada kantong berisi udara yang disebut alveoli. Permukaan pertukaran gas alveoli relatif halus. Permukaan ini harus sangat tipis agar difusi cepat terjadi antara udara dan darah.

1. Hidung

Udara biasanya memasuki sistem pernapasan melalui lubang hidung berpasangan. Fungsi utama hidung adalah untuk menyaring, melembabkan, dan mengkondisikan udara yang masuk (hangat atau dingin). Hidung juga penting sebagai tempat indera penciuman dan untuk menghasilkan resonansi dalam fonasi. Ruang depan hidung (*nasal vestibule*) adalah ruang yang tertutup oleh jaringan hidung yang fleksibel. Rambut kasar dari epitel ruang depan memanjang melintasi lubang hidung. Rambut-rambut ini menjaga rongga hidung dari partikel besar di udara seperti pasir, debu, dan bahkan serangga.

Rongga hidung terbuka ke nasofaring di lubang internal posterior, atau *choanae*. Udara yang mengalir dari ruang depan hidung ke bukaan internal posterior cenderung mengalir dalam alur sempit antara *conchae* yang berdekatan. Saat udara berputar-putar dan berputar-putar seperti air yang mengalir di atas jeram, partikel kecil di udara menempel pada lendir yang melapisi lapisan rongga hidung. Selain berfungsi penyaringan, aliran turbulen memungkinkan waktu ekstra untuk menghangatkan dan melembabkan udara yang masuk.

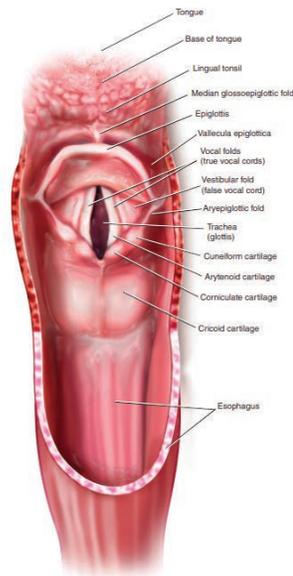
Rongga hidung dibasahi oleh lendir yang dihasilkan oleh mukosa pernapasan. Permukaan pernapasan rongga hidung juga dibasahi oleh lendir yang diproduksi di sinus paranasal (sinus frontal, sphenoid, ethmoid, dan tulang rahang atas dan palatine berpasangan), dan oleh air mata yang mengalir melalui saluran *nasolacrimal*. Paparan uap berbahaya, debu dan puing-puing dalam jumlah besar, alergen, atau patogen biasanya menyebabkan produksi lendir meningkat dengan cepat.



Gambar 2.1 Hidung

2. Faring

Setelah udara yang terinspirasi melewati rongga hidung, ia memasuki faring. Faring dibagi menjadi tiga bagian: nasofaring, orofaring, dan laringofaring. Faring atau tenggorokan adalah ruangan yang dimiliki oleh sistem pencernaan dan sistem pernafasan. Nasofaring terhubung ke rongga hidung oleh lubang internal posterior dan memanjang ke tepi posterior langit-langit lunak. Nasofaring juga berisi amandel faring (*pharyngeal tonsil/ adenoid*) di dinding posteriornya dan pintu masuk ke tabung pendengaran. Tonsil adalah nodul limfatik yang bermassa besar yang melindungi dari bakteri dan zat berbahaya lain yang masuk ke nasofaring. Orofaring memanjang antara dinding lunak dan pangkal lidah pada tulang hyoid. Dua tonsil berada di orofaring yaitu palatine tonsil dan lingual tonsil.



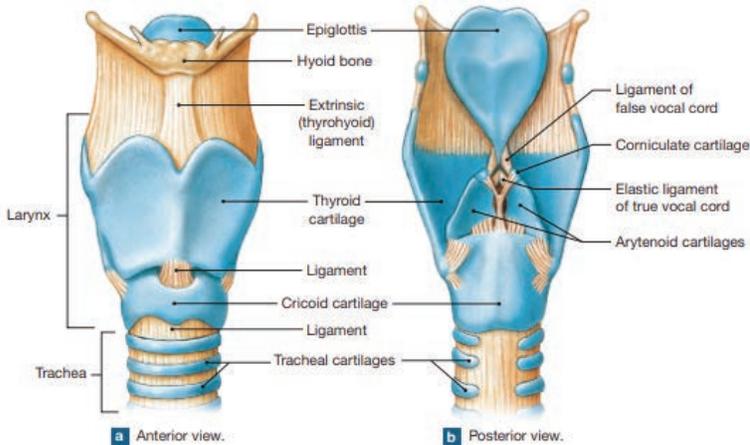
Gambar 2.2 Faring

3. Laring

Udara yang dihirup meninggalkan faring dan memasuki laring melalui bukaan sempit glotis. Glotis adalah alat vokal, atau “kotak suara” laring. Laring adalah tabung tulang rawan yang mengelilingi dan melindungi glotis. Ini terdiri dari sembilan tulang rawan yang distabilkan oleh ligamen, otot rangka, atau keduanya. Tiga tulang rawan terbesar adalah epiglottis, tulang rawan tiroid, dan tulang rawan krikoid. Laring memiliki tiga fungsi: (1) bertindak sebagai lorong udara antara faring dan trakea, (2) berfungsi sebagai mekanisme pelindung terhadap aspirasi padatan dan cairan, dan (3) menghasilkan suara untuk berbicara.

Epiglottis adalah struktur *fibrocartilaginous* yang lebar berbentuk sendok. Biasanya, ini mencegah aspirasi makanan dan cairan dengan menutupi pembukaan laring saat menelan. Epiglottis dan pangkal lidah dihubungkan oleh lipatan selaput lendir, yang membentuk ruang kecil (*vallecula*) antara epiglottis

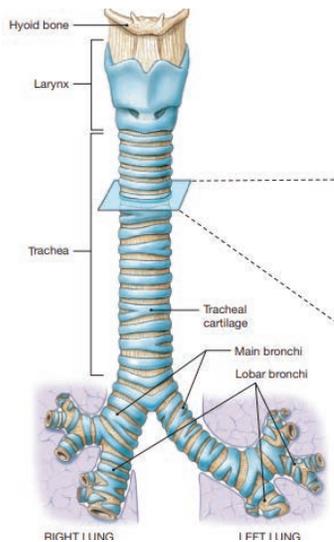
dan pangkal lidah. Tulang rawan krikoid berbentuk seperti cincin. Ini terletak lebih rendah dari tulang rawan tiroid dan membentuk sebagian besar dinding posterior laring.



Gambar 2.3 laring

4. Trakea

Trakea atau tenggorokan adalah tabung keras dan fleksibel. Trakea dimulai pada tingkat vertebra serviks keenam (C6), di mana ia menempel pada tulang rawan krikoid laring. Ini berakhir di mediastinum, pada tingkat vertebra toraks kelima (T5), di mana ia bercabang untuk membentuk bronkus primer kanan dan kiri. Trakea mengandung 15-20 tulang rawan trakea. Mereka mengeraskan dinding trakea dan melindungi jalan napas. Mereka juga mencegah keruntuhan atau ekspansi berlebihan trakea saat tekanan berubah dalam sistem pernapasan. Setiap tulang rawan trakea berbentuk C. Bagian terbuka dari “C” menghadap ke belakang.



Gambar 2.4 trakea

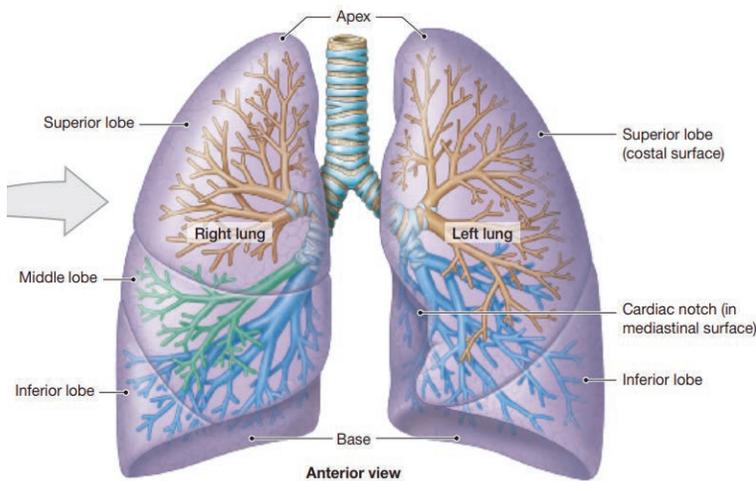
5. Bronchi

Trakea bercabang di dalam mediastinum menjadi bronkus utama kanan dan bronkus utama kiri. Dinding bronkus utama menyerupai dinding trakea, termasuk epitel bersilia dan cincin tulang rawan berbentuk C. Setiap bronkus utama membentuk bronkus lobar, yang memasuki lobus paru-paru itu. Di setiap paru-paru, bronkus lobar membelah membentuk 9-10 bronkus segmental. Lobulus paru adalah segmen jaringan paru-paru yang dibatasi oleh partisi jaringan ikat. Cabang-cabang arteri pulmonalis, vena paru, dan saluran pernapasan memasok setiap lobulus. Ketika bronkus menjadi lebih kecil, beberapa struktur berubah, yaitu: (1) Cincin tulang rawan menjadi tidak teratur dan kemudian menghilang. Ketika bronkus kehilangan semua dukungan tulang rawan, jalan napas kemudian disebut sebagai bronkiolus; (2) Epitel berubah dari kolumnar pseudostratifikasi ke kolumnar ke kuboid di bronkiolus terminal; (3) Tidak ada silia dan sel penghasil lendir di bronkiolus; (3) Jumlah otot polos di

dinding tabung meningkat saat jalan napas menjadi lebih kecil (Patwa and Shah, 2015)

6. Bronkiolus

Bronkiolus bercabang lebih jauh ke Lorong yang disebut bronkiolus terminal. Tabung halus ini memiliki diameter internal 0,3–0,5 mm. Di dalam lobulus, bronkiolus terminal membelah untuk membentuk beberapa bronkiolus pernapasan. Lorong-lorong ini adalah cabang tertipis dari pohon bronkial. Mereka mengirimkan udara ke permukaan pertukaran gas paru-paru.

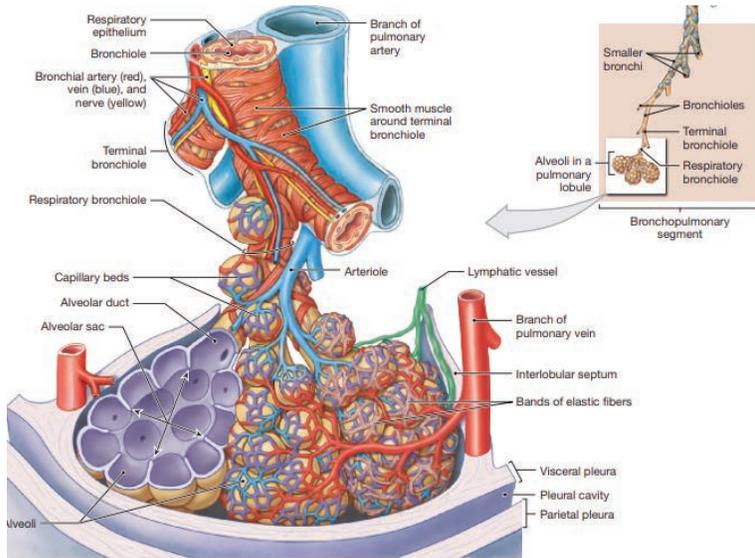


Gambar 2.5 anterior Paru

7. Alveolar dan Alveoli

Bronkiolus pernapasan terbuka ke lorong yang disebut saluran alveolar. Saluran berakhir di kantung alveolar, ruang umum yang terhubung ke beberapa alveoli. Epitel alveolar terdiri dari dua jenis sel utama. Epitel alveolar terutama terdiri dari epitel skuamosa sederhana. Sel epitel skuamosa, yang disebut pneumosit tipe I (sel alveolar tipe I), sangat tipis. Makrofag alveolar yang berkeliaran berpatroli di epitel. Mereka memfagosit partikel apa pun yang telah mencapai permukaan alveolar. Tersebar di antara sel-sel skuamosa adalah pneumosit tipe II yang lebih besar, atau

sel alveolar tipe II. Sel-sel ini menghasilkan sekresi berminyak yang disebut surfaktan. Mereka mengeluarkan surfaktan ke permukaan alveolar, di mana ia membentuk lapisan superfisial di atas lapisan tipis air. Surfaktan memainkan peran kunci dalam menjaga alveoli tetap terbuka. Ini mengurangi tegangan permukaan dalam lapisan cairan permukaan alveolar.



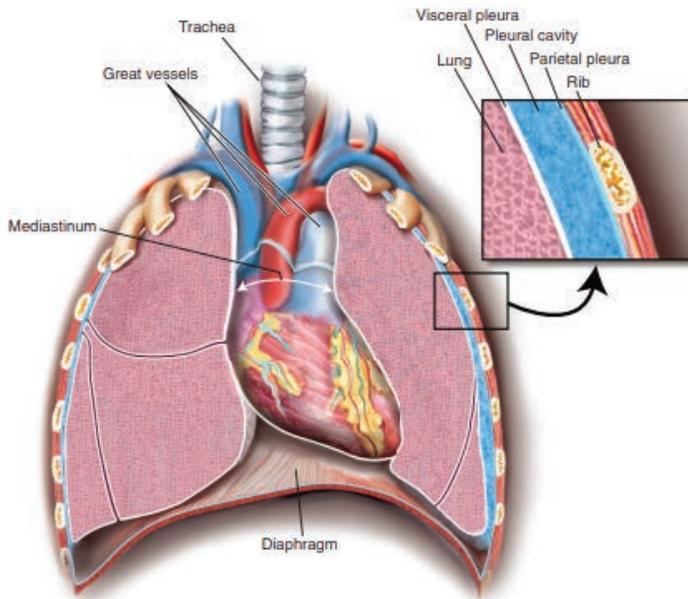
Gambar 2.6 Alveolar dan Alveoli

8. Mediastinum

Mediastinum adalah rongga yang berisi organ dan jaringan di tengah sangkar toraks antara paru-paru kanan dan kiri. Ini dibatasi secara anterior oleh tulang dada dan posterior oleh vertebra toraks. Mediastinum berisi trakea, jantung, pembuluh darah utama (umumnya dikenal sebagai pembuluh besar) yang masuk dan keluar dari jantung, berbagai saraf, bagian kerongkongan, kelenjar timus, dan kelenjar getah bening. Jika mediastinum terkompresi atau terdistorsi, hal tersebut dapat sangat membahayakan sistem kardiopulmoner.

9. Membran pleura

Dua membran lembab dan berpermukaan licin yang disebut pleurae visceral dan parietal. Pleura visceral melekat kuat pada permukaan luar setiap paru-paru dan memanjang ke masing-masing celah interlobar. Pleura parietal melapisi bagian dalam dinding toraks, permukaan toraks diafragma, dan bagian lateral mediastinum. Ruang potensial antara pleura visceral dan parietal disebut rongga pleura. Selama inspirasi, membran pleura menahan jaringan paru-paru ke permukaan bagian dalam thorax dan diafragma yang menyebabkan paru-paru mengembang.

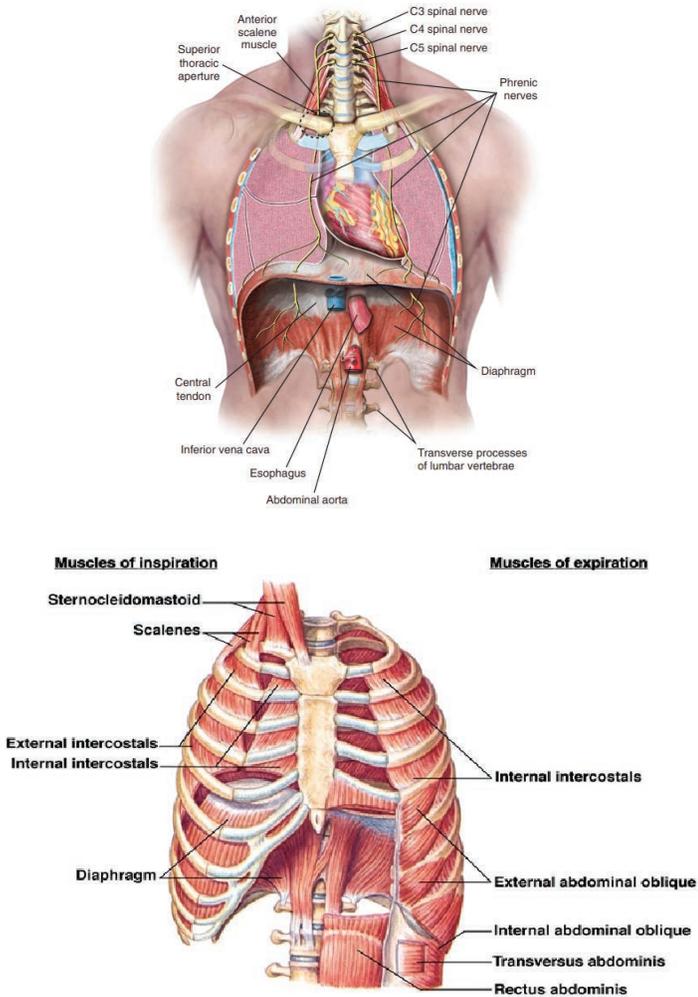


Gambar 2.7 Mediastinum dan membrane pleura

10. Otot-otot ventilasi.

Selama pernapasan normal yang tenang, kontraksi diafragma saja, atau kontraksi diafragma dan otot interkostal eksternal, mengaktifkan inspirasi yang tenang. Diafragma adalah otot utama ventilasi. Diafragma adalah partisi muskulofibrosa berbentuk kubah yang terletak di antara rongga toraks dan

rongga perut. Meskipun diafragma umumnya disebut sebagai satu otot, sebenarnya terdiri dari dua otot terpisah yang dikenal sebagai hemidiafragma kanan dan kiri.



Gambar 2.8 Anatomi otot ventilasi

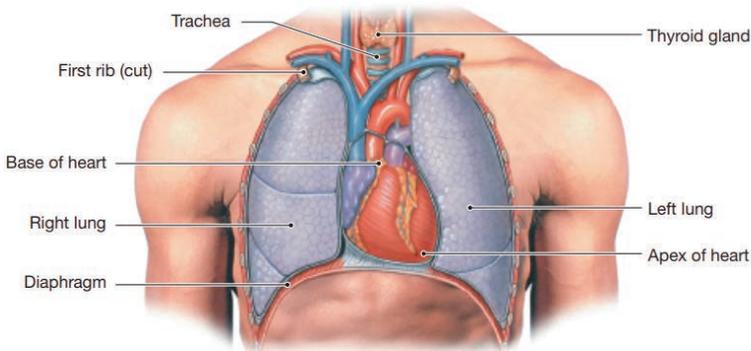
Otot-otot aksesori inspirasi adalah otot-otot yang direkrut untuk membantu diafragma dalam menciptakan tekanan subatmosfer di paru-paru untuk memungkinkan inspirasi yang memadai. Otot-otot aksesori utama inspirasi adalah Otot

interkostal eksternal, Otot scalenus, Otot sternocleidomastoid, Otot utama Pectoralis, Otot trapezius.

Sistem Kardio (Jantung)

Jantung terletak di dekat dinding dada anterior, tepat di belakang tulang dada. Jantung terletak di bagian anterior mediastinum, massa jaringan ikat antara dua rongga pleura. Jantung berbentuk kerucut sehingga jantung memiliki 3 batas dan 3 permukaan, yaitu: (1) Batas kanan terdapat atrium kanan; (2) Batas kiri terdapat ventrikel kiri dan sebagian atrium kiri; (3) Batas bawah sebagian besar dibentuk oleh ventrikel kanan dan sebagian atrium kanan. Jantung memiliki dua ventrikel yang dipisahkan septum interventricular sedangkan atrium dipisahkan oleh septum interatrial. Katup *atrioventricular (AV) tricuspid* dan *mitral* merupakan lipatan jaringan fibrosa yang memanjang hingga ke bukaan antara atrium dan ventrikel.

Jantung merupakan organ manusia yang memompa darah tanpa henti, memastikan sirkulasi oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Otot yang menggerakkan jantung disebut miokardium, namun miokardium sebenarnya adalah otot jantung, yang berbeda dari otot polos. Miokardium adalah otot khusus yang ditemukan hanya di jantung dan memiliki karakteristik unik yang memungkinkan kontraksi ritmis dan kuat.



Gambar 2.9 Letak jantung dilihat dari anterior

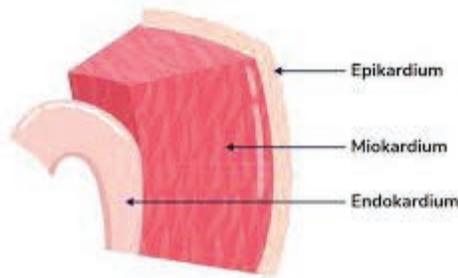
Dinding jantung mengandung tiga lapisan yang berbeda: epikardium luar, miokardium tengah, dan endokardium bagian dalam. Epikardium adalah lapisan visceral yang menutupi permukaan luar jantung. Miokardium, atau dinding otot jantung, mengandung jaringan otot jantung, pembuluh darah, dan saraf. Jaringan otot jantung miokardium membentuk pita yang membungkus atrium dalam pola angka delapan dan berputar ke dinding ventrikel. Permukaan bagian dalam jantung, termasuk katup jantung, ditutupi oleh endocardium yang terdiri dari epitel skuamosa sederhana dan jaringan areolar di bawahnya. Berikut adalah penjelasan detail terkait anatomi jantung manusia.

1. Otot Jantung

Tiga lapisan berbeda terdiri dari dinding jantung, dari dalam ke luar yaitu Endokardium, Miokardium, Epikardium. Otot jantung, atau miokardium, terdiri dari lapisan tengah dan paling tebal dari dinding jantung. Miokardium terletak di antara endokardium, yang melapisi ruang dalam, dan epikardium, lapisan perikardial bagian dalam yang mengelilingi dan melindungi jantung. Secara histologis, otot jantung terdiri dari sel-sel yang disebut “kardiomiosit”, dengan struktur dan sifat unik yang berkorelasi dengan fungsi kontraktilnya. Kardiomiosit adalah sel otot lurik dan uninukleasi yang ditemukan secara eksklusif di jantung. Kardiomiosit memfasilitasi komunikasi sel-sel melalui intercalated disc, yang mengandung sambungan celah dan adhesi sel lainnya. Diskus ini mengurangi resistansi internal, memungkinkan potensial aksi menyebar dengan cepat ke seluruh otot jantung melalui partikel bermuatan listrik yang disebut ion. Dengan demikian, otot jantung bertindak sebagai syncytium fungsional dengan kontraksi sinkronisasi cepat yang bertanggung jawab untuk memompa darah (Tran, Weber and Lopez, 2024).

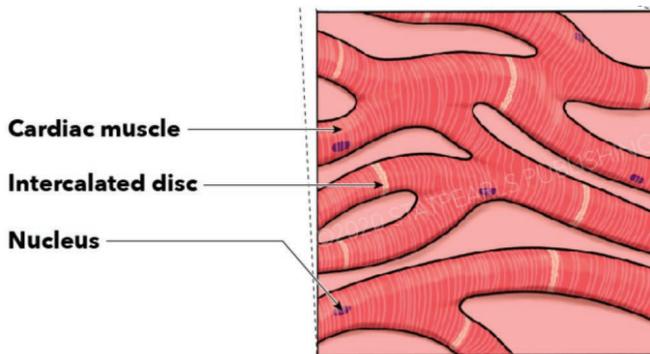
Otot jantung berasal dari lapisan mesoderm dan mulai terbentuk selama minggu ke-3 perkembangan embrio.

Mesoderm adalah sumber utama sel prekursor miokard, yang terdiri dari medan jantung kardiogenik atau primer selama perkembangan awal. Miokardium ditemukan di dinding ke-4 ruang jantung, meskipun lebih tebal di ventrikel dan lebih tipis di atrium. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan gaya kontraksi yang dihasilkan yang diperlukan untuk mendorong darah antara atrium dan ventrikel, dengan ventrikel membutuhkan lebih banyak daya (Tran, Weber and Lopez, 2024).



Lapisan Dinding Jantung (sumber: Pahamify)

Gambar 2.10 lapisan dinding jantung

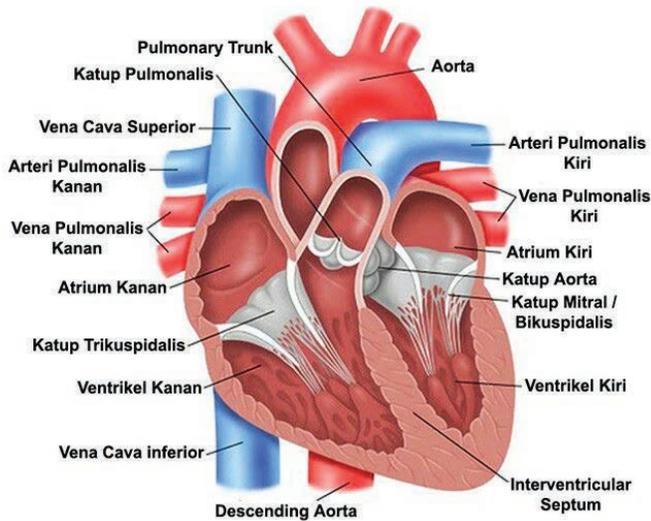


Gambar 2.11 Otot Jantung

2. Ruang Jantung

Jantung memiliki 4 ruang dengan dua pompa dan dua sirkuit. Pompa pertama adalah sistem tekanan rendah yang menggerakkan darah ke paru-paru; Pompa kedua adalah pompa bertekanan tinggi yang menggerakkan darah ke seluruh tubuh. Keempat

ruang tersebut adalah atrium sinistra dan dextra dan dua ruang bawah yang lebih besar, ventrikel sinistra dan dextra. Atrium dan ventrikel dibagi satu sama lain oleh septum interatrium dan septum interventricular. Atrium kanan berada di sudut kanan atas jantung di atas ventrikel kanan. Fungsi setiap atrium adalah untuk mengumpulkan darah yang kembali ke jantung dan mengirimkan darah itu ke ventrikel yang terpasang (Martini and Bartholomew, 2020).



Gambar 2.14 Anatomi Jantung

3. Katup Jantung

Jantung memiliki dua pasang katup satu arah yang mencegah aliran balik darah saat ruang berkontraksi. Katup Jantung terdiri dari:

a. Katup Antroventrikular

Katup Antroventrikular terdiri atas katup bikuspid (mitral) dan katup triscupid yang terletak di antara atrium dan ventrikel (Ramli and Karani, 2018). Katup atrioventrikular mencegah aliran balik darah dari ventrikel ke atrium. Otot chordae tendineae dan papillary memainkan peran penting

dalam fungsi normal katup AV (Awad, 2021). Kompleks mitral adalah struktur dari katup jantung atrioventrikular yang memiliki komponen yang kompleks serta memiliki peran yang berbeda pada sirkulasi normal tubuh. Dalam menjalankan fungsi normal, kompleks mitral terdiri atas 6 komponen, yaitu (1) dinding atrium kiri, (2) annulus, (3) daun katup, (4) tendinea korda, (5) otot-otot papiler, dan (6) dinding ventrikel kiri (Ramli and Karani, 2018).

b. Katup Semilunar

Katup semilunar terletak antara ventrikel dengan aorta dan arteri pulmonal. Katup semilunar paru dan aorta mencegah aliran balik darah dari batang paru dan aorta naik ke ventrikel kanan dan kiri. Berbeda dengan katup AV, katup semilunar tidak memerlukan penyangga otot, karena dinding arteri tidak berkontraksi dan posisi relatif puncak stabil. Ketika katup semilunar menutup, tiga puncak simetris di setiap katup saling menopang seperti kaki tripod, mencegah pergerakan darah kembali ke ventrikel (Martini and Bartholomew, 2020).

Proses peredaran darah di mulai saat vena cava superior dan vena cava inferior membawa darah terdeoksigenasi menuju ke atrium kanan. Darah dari pembuluh darah jantung yang masuk melalui sinus coroner juga disalurkan ke atrium kanan. Vena cava superior mengalirkan darah dari kepala, leher, ekstremitas atas, dan dada. Sedangkan darah dari seluruh batang tubuh, organ dalam, dan ekstremitas bawah dibawa oleh vena cava inferior (Martini & Bartholomew, 2020). Darah mengalir dari atrium kanan ke ventrikel kanan melalui katup tricuspid atau katup AV kanan. Darah dipompa melalui katup pulmonal dan masuk ke batang pulmonal setelah ventrikel kanan berkontraksi. Darah mengalir ke arteri pulmonalis kiri dan kanan begitu sampai di batang pulmonal. Arteri pulmonalis kiri dan kanan bercabang di dalam paru-paru sebelum menyuplai

kapiler tempat terjadinya pertukaran gas. Dari kapiler pernafasan ini, darah beroksigen diantarkan ke atrium kiri melalui vena pulmonalis kiri dan kanan. Ventrikel kiri menerima darah dari atrium kiri melalui katup mitral atau disebut katup AV kiri. Setelah ventrikel kiri berkontraksi, darah akan didorong melalui katup aorta dan masuk ke aorta ascendens.

B. Fisiologi Respirasi

Ventilasi

Ventilasi adalah proses vital untuk menyediakan oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida, yang mendukung metabolisme dan keseimbangan gas dalam tubuh. Regulasi ventilasi yang baik memastikan tubuh mendapatkan oksigen yang cukup dan mengeliminasi karbon dioksida dengan efisien. Ventilasi terjadi melalui dua fase utama: inhalasi (inspirasi) dan ekshalasi (ekspirasi), yang diatur oleh perbedaan tekanan udara di dalam dan di luar paru-paru.

1. Inspirasi/inhalasi

Inhalasi adalah proses menghirup udara masuk ke paru-paru. Pada proses ini, volume rongga dada meningkat sehingga tekanan di dalam paru-paru menjadi lebih rendah dari tekanan udara luar, menyebabkan udara masuk ke dalam.

- a. Kontraksi Diafragma: Diafragma, yang merupakan otot utama pernapasan, berkontraksi dan mendatar, memperluas volume rongga dada ke arah bawah.
- b. Kontraksi Otot Interkostal Eksternal: Otot interkostal eksternal, yang terletak di antara tulang rusuk, juga berkontraksi sehingga tulang rusuk terangkat dan rongga dada membesar ke arah samping.
- c. Peningkatan Volume dan Penurunan Tekanan: Karena volume rongga dada membesar, tekanan dalam paru-paru (tekanan intrapulmoner) menurun menjadi lebih rendah

dari tekanan atmosfer, sehingga udara masuk ke paru-paru melalui saluran napas.

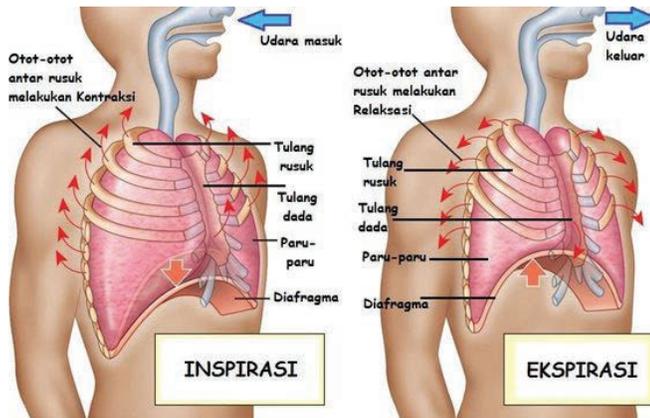
2. Ekspirasi/ekshalasi

Ekshalasi adalah proses menghembuskan udara keluar dari paru-paru. Ini terjadi ketika volume rongga dada berkurang, sehingga tekanan di dalam paru-paru meningkat dan udara terdorong keluar.

- a. Relaksasi Diafragma: Diafragma kembali ke posisi melengkungnya ketika berelaksasi, mengurangi ruang di rongga dada.
- b. Relaksasi Otot Interkostal Eksternal: Otot interkostal eksternal rileks, sehingga tulang rusuk turun dan volume rongga dada menyempit.
- c. Penurunan Volume dan Peningkatan Tekanan: Volume rongga dada yang berkurang menyebabkan tekanan intrapulmoner meningkat melebihi tekanan atmosfer. Akibatnya, udara terdorong keluar dari paru-paru.

3. Pernapasan dalam (Deep Breathing)

Pada pernapasan dalam, seperti saat berolahraga atau menarik napas dalam-dalam, otot-otot tambahan seperti otot leher (sternokleidomastoideus) dan otot-otot punggung bagian atas juga berperan membantu meningkatkan volume rongga dada lebih lanjut. Begitu pula saat ekshalasi paksa, otot perut dan otot interkostal internal berkontraksi untuk menekan rongga dada dan mengeluarkan lebih banyak udara dari paru-paru.



Gambar 2.14 Ventilasi

4. Mekanisme pernapasan

Mekanisme pernapasan adalah hasil kerja sama antara otot-otot pernapasan dan perubahan tekanan di dalam rongga dada, yang mengatur masuk dan keluarnya udara dalam paru-paru secara ritmis dan kontinyu. Mekanisme pernapasan melibatkan proses inhalasi (menghirup udara) dan ekshalasi (menghembuskan udara), yang bekerja secara bergantian.

a. Pernapasan Dada (*Thoracic Breathing*)

Pernapasan dada terjadi dengan melibatkan otot-otot interkostal (otot di antara tulang rusuk) dan otot-otot pernapasan utama seperti diafragma. Saat menghirup udara, otot interkostal eksternal berkontraksi dan mengangkat tulang rusuk ke atas dan keluar. Ini memperbesar diameter anteroposterior dari rongga dada, menciptakan tekanan negatif di dalamnya. Bersamaan, diafragma bergerak ke bawah, sehingga volume rongga dada bertambah, dan udara pun masuk ke paru-paru. Ketika menghembuskan napas, otot interkostal eksternal rileks, dan tulang rusuk turun ke posisi semula. Diafragma juga bergerak kembali ke posisi relaksasinya. Hal ini mengurangi volume rongga dada,

sehingga tekanan meningkat, dan udara dikeluarkan dari paru-paru.

b. Pernapasan Perut (*Abdominal Breathing*)

Pernapasan perut dominan dilakukan dengan kontraksi diafragma, yang berperan penting dalam meningkatkan volume rongga perut dan dada. Saat inhalasi, diafragma berkontraksi dan mendatar, mendorong isi perut ke bawah dan menciptakan ruang lebih besar di rongga dada, sehingga udara bisa masuk ke paru-paru. Pada pernapasan perut, kita dapat merasakan perut terdorong keluar karena adanya tekanan pada organ di rongga perut. Saat menghembuskan napas, diafragma kembali ke posisi melengkung semula, mendorong isi perut ke atas dan memperkecil volume rongga dada. Udara pun keluar dari paru-paru akibat tekanan yang meningkat.

Ventilasi dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan kondisi dan tujuannya:

- a. Ventilasi Alveolar merupakan pertukaran gas yang terjadi di alveolus paru-paru. Ini adalah proses penting dalam mengalirkan oksigen ke darah dan mengeluarkan CO₂ dari tubuh.
- b. Ventilasi Menit (*Minute Ventilation*) merupakan volume total udara yang dihirup atau dihembuskan dalam satu menit, dihitung dengan mengalikan frekuensi pernapasan dengan volume tidal (volume udara per napas). Ventilasi menit menggambarkan efisiensi pernapasan seseorang.
- c. Ventilasi Mekanis adalah bantuan dari mesin ventilator untuk pasien yang tidak dapat bernapas sendiri atau membutuhkan dukungan pernapasan. Ventilasi mekanis membantu mengatur tekanan dan volume udara masuk-keluar dari paru-paru.

Ventilasi dikendalikan oleh pusat pernapasan di otak (medulla oblongata dan pons) yang merespons kadar CO_2 , O_2 , dan pH dalam darah. Jika kadar CO_2 meningkat, pusat pernapasan akan merangsang frekuensi pernapasan agar lebih cepat untuk mengeluarkan CO_2 lebih banyak. Begitu pula sebaliknya, saat O_2 menurun, pernapasan akan meningkat untuk menyeimbangkan kadar oksigen dalam darah. Pusat pengaturan respirasi di medulla oblongata berada di *ventral* dan *dorsal respiratory group*. Sedangkan pada Pons berada pada *pneumotaxic area* dan *apneustic area* yang teraktivasi dalam keadaan refleks.

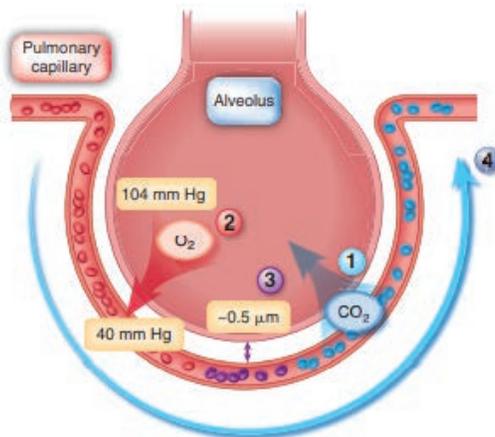
Beberapa faktor yang dapat memengaruhi ventilasi adalah:

- a. Resistensi Saluran Napas merupakan saluran napas yang sempit atau terhalang akan meningkatkan resistensi dan menyulitkan ventilasi.
- b. Paru-paru yang elastis memungkinkan peregangan dan relaksasi optimal. Pada kondisi seperti emfisema, elastisitas berkurang sehingga ventilasi terganggu.
- c. Kemampuan jaringan paru-paru untuk meregang dan kembali ke bentuk semula setelah inspirasi juga memengaruhi efisiensi ventilasi.

Difusi

Difusi dalam konteks fisiologi pernapasan adalah proses perpindahan gas (oksigen dan karbon dioksida) secara pasif dari satu tempat ke tempat lain, tergantung pada perbedaan konsentrasi atau tekanan parsial gas tersebut. Difusi ini terutama terjadi di dalam paru-paru, tepatnya pada membran alveolus-kapiler, untuk pertukaran oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) antara udara dalam alveolus dan darah di kapiler paru. Difusi gas bekerja berdasarkan perbedaan tekanan parsial gas. Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh suatu gas dalam campuran gas lainnya. Proses ini mengikuti hukum Fick, yang menyatakan bahwa laju difusi gas melalui membran semipermeabel (seperti membran alveolus) dipengaruhi oleh:

1. Perbedaan Tekanan Parsial: Gas akan berdifusi dari area dengan tekanan parsial tinggi ke area dengan tekanan parsial rendah. Di alveolus, oksigen memiliki tekanan parsial lebih tinggi dibandingkan di kapiler darah, sehingga oksigen bergerak masuk ke dalam darah. Sebaliknya, karbon dioksida memiliki tekanan parsial lebih tinggi di darah kapiler daripada di alveolus, sehingga CO₂ keluar ke alveolus untuk dikeluarkan dari tubuh melalui ekshalasi.
2. Luas Permukaan Difusi: Luas permukaan alveolus yang besar memungkinkan pertukaran gas berlangsung efisien. Jika luas permukaan ini berkurang (misalnya, pada penyakit paru obstruktif kronis), kemampuan difusi juga menurun.
3. Ketebalan Membran: Semakin tipis membran alveolus-kapiler, semakin cepat difusi terjadi. Penebalan membran (misalnya, akibat edema atau fibrosis paru) akan menghambat difusi dan menurunkan efisiensi pertukaran gas.



Gambar 2.15 Difusi

Oksigen yang kita hirup akan berdifusi dari alveolus ke kapiler darah. Pada alveolus, tekanan parsial oksigen (PO₂) sekitar 100 mmHg, sedangkan di kapiler paru, PO₂ darah yang datang dari jaringan tubuh sekitar 40 mmHg. Karena perbedaan tekanan ini,

oksigen akan bergerak dari alveolus ke darah hingga tekanan di kapiler darah seimbang dengan tekanan parsial di alveolus.

Karbondioksida hasil metabolisme sel berdifusi dari darah kapiler ke alveolus untuk dikeluarkan dari tubuh melalui ekshalasi. Tekanan parsial karbon dioksida (PCO_2) di darah sekitar 45 mmHg, lebih tinggi daripada di alveolus yang sekitar 40 mmHg. Karena perbedaan tekanan parsial ini, CO_2 bergerak dari kapiler ke alveolus dan dikeluarkan saat ekshalasi.

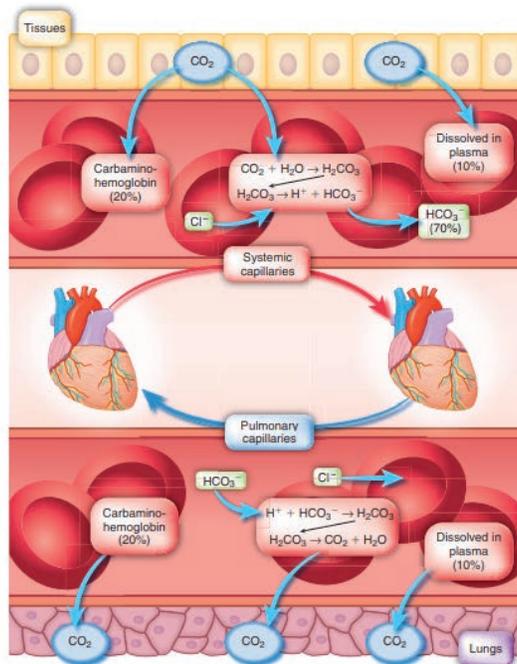
Beberapa faktor penting yang dapat memengaruhi proses difusi gas di paru-paru adalah:

1. Kelembaban: Kelembaban dalam alveolus membantu memfasilitasi difusi gas dengan mempertahankan kondisi ideal untuk pertukaran gas.
2. Pengaliran Darah (Perfusi): Aliran darah yang memadai di kapiler paru sangat penting untuk menangkap oksigen dan melepaskan karbon dioksida secara optimal.
3. Kondisi Patologis: Penyakit yang menyebabkan penebalan membran alveolus atau penurunan elastisitas paru-paru dapat mengurangi kemampuan difusi, seperti pada emfisema, fibrosis paru, atau edema paru.

Transportasi

Transportasi pernapasan adalah proses pengangkutan oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) antara paru-paru dan jaringan tubuh melalui sirkulasi darah. Setelah oksigen berdifusi dari alveolus ke darah dan karbon dioksida berdifusi dari darah ke alveolus, kedua gas ini diangkut ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Setelah oksigen masuk ke dalam darah di kapiler paru-paru, sebagian besar oksigen diangkut oleh hemoglobin dalam sel darah merah, dan sisanya larut dalam plasma darah. Sekitar 98% oksigen diikat oleh hemoglobin (Hb) yang ada dalam sel darah merah. Hemoglobin membentuk ikatan dengan oksigen untuk membentuk oksihemoglobin (HbO_2). Hemoglobin memiliki afinitas tinggi terhadap oksigen, sehingga

dapat menangkap dan mengangkut oksigen secara efisien. Ketika darah kaya oksigen mencapai jaringan yang membutuhkan, oksigen dilepaskan dari hemoglobin dan berdifusi ke sel-sel tubuh. Sekitar 2% oksigen larut langsung dalam plasma darah. Meskipun jumlah ini kecil, oksigen terlarut ini tetap penting untuk memelihara tekanan parsial oksigen di darah dan membantu difusi ke jaringan.



Gambar 2.15 pengangkutan karbondioksida

Karbondioksida, yang dihasilkan oleh sel-sel tubuh sebagai produk metabolisme, diangkut dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Karbon dioksida diangkut melalui tiga cara:

1. Bikarbonat (HCO₃⁻): Sekitar 70% karbon dioksida diangkut dalam bentuk ion bikarbonat. Ketika CO₂ memasuki sel darah merah, enzim karbonat anhidrase mengubahnya menjadi asam karbonat (H₂CO₃), yang kemudian terdisosiasi menjadi ion hidrogen (H⁺) dan bikarbonat (HCO₃⁻). Bikarbonat ini keluar dari sel darah merah dan larut dalam plasma untuk dibawa ke

paru-paru. Di paru-paru, proses ini berbalik sehingga CO₂ dapat dilepaskan ke alveolus.

2. Ikatan dengan Hemoglobin: Sekitar 23% CO₂ berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah, membentuk senyawa yang disebut karbaminohemoglobin (HbCO₂). Ikatan ini terjadi pada bagian hemoglobin yang berbeda dari tempat oksigen berikatan, sehingga hemoglobin bisa mengangkut CO₂ dan O₂ secara bersamaan.
3. Larutan Plasma: Sekitar 7% karbon dioksida larut langsung dalam plasma darah. CO₂ terlarut ini tetap menjaga tekanan parsial karbon dioksida dalam darah dan membantu difusi CO₂ dari jaringan ke kapiler dan dari darah ke alveolus di paru-paru.

Transportasi oksigen dan karbon dioksida diatur oleh beberapa faktor untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan oksigen dan menjaga pH darah yang optimal:

1. Tekanan Parsial Gas: Perbedaan tekanan parsial oksigen dan karbon dioksida antara alveolus, darah, dan jaringan mengarahkan pergerakan gas. Tekanan parsial oksigen lebih tinggi di alveolus, sehingga oksigen berdifusi ke darah, sedangkan tekanan parsial karbon dioksida lebih tinggi di jaringan, sehingga CO₂ berdifusi ke darah untuk dibawa ke paru-paru.
2. Suhu dan pH: Ketika jaringan membutuhkan lebih banyak oksigen (misalnya, saat aktivitas fisik), kondisi lokal seperti peningkatan suhu dan penurunan pH (akibat peningkatan CO₂) menyebabkan hemoglobin melepaskan oksigen lebih mudah, yang dikenal sebagai efek Bohr.

Menurut Martini and Bartholomew (2020), sistem pernapasan memiliki lima fungsi dasar:

1. Menyediakan area yang luas untuk pertukaran gas antara udara dan darah yang bersirkulasi.

2. Memindahkan udara di sepanjang saluran pernapasan ke dan dari permukaan pertukaran gas paru-paru.
3. Melindungi permukaan pernapasan dari dehidrasi, perubahan suhu, dan penyerangan patogen.
4. Menghasilkan suara untuk berbicara, bernyanyi, dan bentuk komunikasi lainnya.
5. Membantu indera penciuman oleh reseptor penciuman di rongga hidung

Tabel 1. Fungsi Fisiologis Paru dan dampak klinis

Fungsi Fisiologis Paru	Deskripsi Singkat	Contoh Gangguan Klinis	Dampak Klinis
Ventilasi	Proses masuk-keluarnya udara ke alveoli	PPOK, Asma	Udara terperangkap, kerja napas ↑, hipoventilasi lokal
Difusi Gas	Perpindahan O ₂ dan CO ₂ melalui membran alveolus-kapiler	Fibrosis Paru, Edema Paru	Penurunan pertukaran gas, hipoksemia meskipun ventilasi normal
Perfusi Paru	Aliran darah ke alveoli melalui kapiler paru	Emboli Paru	V/Q mismatch, area ventilasi tanpa perfusi, hipoksemia akut
Transportasi Oksigen oleh Darah	Pengikatan O ₂ oleh hemoglobin dan distribusinya ke jaringan	Anemia, Keracunan CO	Hipoksia jaringan meski ventilasi dan perfusi baik
Kontrol Pernapasan	Regulasi napas oleh pusat napas di otak dan saraf perifer	Cedera medula spinalis, ALS	Hipoventilasi, apnea, gagal napas neurologis
Pembersihan Saluran Napas	Fungsi silia dan mukus membersihkan sekret dan partikel asing	Bronkitis Kronik, Imobilisasi	Sekret menumpuk, infeksi saluran napas bawah, risiko atelektasis

C. Ikhtisar

- Sistem respirasi terdiri dari saluran pernapasan atas (hidung, rongga mulut, faring, laring) dan saluran pernapasan bawah (trakea, bronkus, bronkiolus, alveoli).
- Proses ventilasi melibatkan inspirasi dan ekspirasi yang dikendalikan oleh otot pernapasan utama seperti diafragma dan otot interkostal.
- Jantung berfungsi sebagai pompa sirkulasi darah dengan empat ruang utama (atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, ventrikel kiri) dan berbagai katup jantung untuk mengatur aliran darah.
- Proses difusi oksigen dan karbon dioksida terjadi di alveolus, dengan oksigen diangkut melalui hemoglobin dalam darah.

D. Latihan Soal

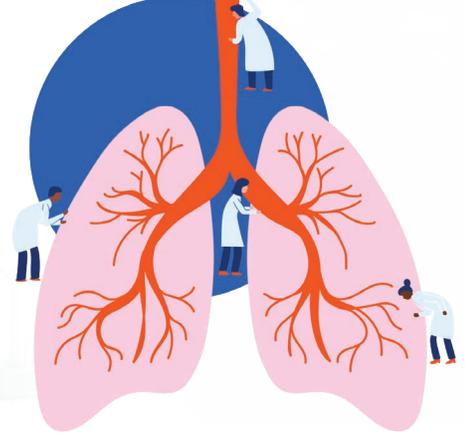
1. Struktur yang berfungsi sebagai tempat pertukaran oksigen dan karbon dioksida dalam paru-paru adalah...
 - a. Trakea
 - b. Bronkiolus
 - c. Alveolus
 - d. Pleura
2. Otot utama yang berperan dalam inspirasi adalah...
 - a. Otot diafragma
 - b. Otot abdominal
 - c. Otot deltoid
 - d. Otot gastrocnemius
3. Katup jantung yang mengontrol aliran darah dari atrium kiri ke ventrikel kiri adalah...
 - a. Katup trikuspid
 - b. Katup pulmonal
 - c. Katup mitral
 - d. Katup aorta
4. Kapasitas total paru-paru mencakup volume...
 - a. Residual, tidal, inspirasi cadangan, dan ekspirasi cadangan
 - b. Inspirasi cadangan dan ekspirasi cadangan saja
 - c. Tidal volume saja
 - d. Ekspirasi maksimum

5. Fungsi utama hemoglobin dalam darah adalah...
 - a. Mengangkut oksigen
 - b. Mengatur tekanan darah
 - c. Menghancurkan mikroba
 - d. Menghasilkan sel darah merah

E. Referensi

- Awad, A.S. (2021) *Cardiac Anesthesia*. Edited by A.S. Awad, MD, MBA. Cham: Springer International Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-51755-7>.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2011). *Textbook of Medical Physiology*, 12th Edition. Saunders Elsevier.
- Levitzky, M. G. (2013). *Pulmonary Physiology*, 8th Edition. McGraw-Hill Education.
- Martini, F. and Bartholomew, E. (2020) *Essentials of Anatomy & Physiology*. 8 (Global Edition).
- Patwa, A. and Shah, A. (2015) 'Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia,' *Indian journal of anaesthesia*, 59(9), pp. 533–41. Available at: <https://doi.org/10.4103/0019-5049.165849>.
- Weibel, E. R. (1984). *The Pathway for Oxygen: Structure and Function in the Mammalian Respiratory System*. Harvard University Press.
- West, J. B. (2012). *Respiratory Physiology: The Essentials*, 9th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- Ramli, D. and Karani, Y. (2018) 'Anatomi dan Fisiologi Kompleks Mitral,' *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7, p. 103. Available at: <https://doi.org/10.25077/jka.v7i0.837>.
- Tran, D.B., Weber, C. and Lopez, R.A. (2024) *Anatomy, Thorax, Heart Muscles*.

BAB III



PATOFISIOLOGI DAN TANDA KLINIS PENYAKIT KARDIORESPIRASI

Penyakit pada sistem pernapasan adalah penyebab utama penyakit di seluruh dunia dan semakin penting sebagai penyebab mortalitas di Inggris, hal tersebut merupakan alasan paling umum untuk berkonsultasi dengan dokter umum (dokter umum). Penyakit pernapasan mencakup berbagai penyakit yang mempengaruhi saluran udara dan struktur paru-paru lainnya, dan meskipun ditandai dengan gejala-gejala pernapasan telah menjadi semakin jelas bahwa penyakit paru kronis Penyakit paru kronis dikaitkan dengan berbagai efek non paru dan paru. Dalam hal manifestasi pernapasan dari penyakit pernapasan, bagaimanapun, mereka dapat dibagi secara luas menjadi jenis obstruktif dan restriktif—meskipun sebagian besar sebagian besar pasien memiliki unsur keduanya.

1. Penyakit obstruktif meliputi kondisi-kondisi di mana terdapat ada hambatan terhadap aliran udara, baik melalui reversibel seperti bronkospasme atau peradangan, atau melalui faktor yang tidak dapat dipulihkan seperti fibrosis saluran napas atau hilangnya rekoil elastis karena kerusakan pada saluran udara dan alveoli.

Contohnya; penyakit paru obstruktif kronik (PPOK); bronkitis kronis; emfisema; asma; bronkiektasis; dan cystic fibrosis.

2. Gangguan restriktif ditandai dengan berkurangnya kepatuhan paru yang menyebabkan hilangnya volume paru-paru, yang mungkin disebabkan oleh penyakit yang mempengaruhi paru-paru, pleura, dinding dada atau mekanisme neuromuskuler. Hal ini seiring dengan berubahnya pola penyakit pernapasan mengakibatkan pneumonia oportunistik, yang merupakan presentasi yang umum pada pasien dengan AIDS, gangguan restriksi dan penatalaksanaannya akan gangguan restriktif dan penatalaksanaannya kemudian akan dipertimbangkan. Contohnya; pneumonia; radang selaput dada; efusi pleura; pneumotoraks; sindrom gangguan pernapasan akut (ARDS); alveolitis fibrosis
3. Prevalensi penyakit paru yang umum terjadi dimasyarakat atau di lingkungan rumah sakit, seperti; abses paru; Tuberkulosis paru; tumor bronkus dan paru-paru; gagal napas (termasuk gagal napas

A. Penyakit Paru Obstruktif

1. Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)
Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) adalah suatu kondisi paru yang ditandai oleh inflamasi kronik yang melibatkan saluran napas dan jaringan parenkim paru. Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah penyakit yang dapat dicegah dan diobati dengan beberapa efek ekstrapulmonal yang signifikan yang dapat berkontribusi pada keparahan pada masing-masing pasien. Komponen paru-parunya ditandai dengan keterbatasan aliran udara yang tidak sepenuhnya reversibel. Keterbatasan aliran udara biasanya bersifat progresif dan berhubungan dengan respons inflamasi yang abnormal paru-paru terhadap partikel atau gas berbahaya. Sebagai konsekuensi dari obstruksi aliran

udara, dispnea dan lainnya komorbiditas lainnya, pasien dengan PPOK mengalami gangguan toleransi olahraga dan berkurangnya aktivitas, yang berkontribusi terhadap penurunan kualitas hidup.

Kelompok penyakit paru yang menyebabkan obstruksi aliran udara dan kesulitan bernapas. PPOK didasari oleh inflamasi kronik yang melibatkan sel-sel inflamasi seperti limfosit T CD8+, CD68+, monosit/makrofag, dan neutrofil di saluran napas. Terdapat metaplasia pada sel goblet, hiperplasia kelenjar trakealis dan bronkialis, fibrosis, serta penurunan patensi saluran napas. Sehingga menyebabkan peradangan pada bronkus menyebabkan saluran bronkial menyempit dan meningkatkan produksi lendir. Apabila tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan kerusakan permanen pada struktur di sebelah distal bronkiolus terminalis, termasuk bronkiolus respiratorius, *duktus alveolaris*, *saccus alveolaris*, dan *alveoli* yang biasa disebut *emphysema*. Hal ini juga dapat menyebabkan kerusakan permanen pada struktur parenkim paru, seperti asinus paru, sehingga terjadi penurunan fungsi pertukaran oksigen dan karbon dioksida.

Adapun tanda dan gejala PPOK:

- a. Kesulitan bernapas yang berat karena penurunan patensi saluran napas.
- b. Batuk yang berdahak dan menghasilkan lendir yang berlebihan.
- c. Suara mengi saat bernapas yang disebabkan oleh peradangan pada saluran napas.
- d. Sianosis atau perubahan warna kulit yang memucat akibat hipoksemia kronik.
- e. Clubbing Jari atau perubahan bentuk jari tangan akibat hipoksemia kronik.

Untuk penegakan diagnosis, dibutuhkan pemeriksaan sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan fisik yang mencakup stetoskop untuk mendengar suara mengi dan pemeriksaan visual untuk menilai sianosis.
- b. Tes Fungsi Paru, seperti spirometri untuk mengukur volume udara yang dihirup dan dikeluarkan.
- c. Tes Darah untuk mengetahui analisis kadar protein alpha-1-antitrypsin.
- d. Foto Rontgen dan CT scan untuk mendeteksi emfisema atau gangguan lain di paru-paru.

2. Asma

Asma adalah kondisi peradangan kronis yang umum terjadi pada saluran napas. Kondisi ini melibatkan interaksi yang kompleks antara berbagai sel dan mediator, yang menyebabkan penyempitan saluran napas, mengi, batuk, dan sesak dada. Kondisi inflamasi kronik saluran napas yang menyebabkan episodes wheezing, sesak napas, dan batuk.

Elemen-elemen kunci dari patofisiologi asma meliputi:

- a. Saluran napas meradang akibat infiltrasi sel-sel inflamasi, seperti eosinofil, neutrofil, dan sel mast. Sel-sel ini melepaskan sitokin dan mediator pro-inflamasi, seperti histamin, leukotrien, dan prostaglandin.
- b. Peradangan kronis dapat menyebabkan perubahan struktural pada saluran napas, seperti penebalan dinding saluran napas, hiperplasia sel goblet, dan fibrosis. Renovasi ini dapat mempersempit saluran napas dan mengganggu aliran udara.
- c. Otot polos yang mengelilingi saluran napas berkontraksi, menyebabkan bronkospasme. Hal ini dapat dipicu oleh berbagai rangsangan, termasuk alergen, iritasi, dan olahraga.

Tanda dan gejala yang muncul yaitu hipoventilasi, dyspnea, wheezing, pusing-pusing, sakit kepala, mual, peningkatan nafas pendek, kecemasan, diaphoresis, dan kelelahan.

Hiperventilasi adalah salah satu gejala awal dari asma. Kemudian sesak nafas parah dengan ekspirasi memanjang disertai wheezing (di apeks dan hilus). Gejala utama yang sering muncul adalah dyspnea, batuk dan mengi. Mengi sering dianggap sebagai salah satu gejala yang harus ada bila serangan asma muncul.

Berdasarkan gejala klinis dan keluhan penderita, diagnosis asma dapat ditegakkan. Riwayat adanya asma dalam keluarga dan adanya benda-benda yang dapat memicu terjadinya reaksi asma penderita memperkuat dugaan penyakit asma. Pemeriksaan spirometri hanya dapat dilakukan pada penderita berumur di atas 5 tahun. Jika pemeriksaan spirometri hasilnya baik, perlu dilakukan beberapa pemeriksaan untuk menetapkan penyebab asma, yaitu:

- a. Uji alergi untuk menentukan bahan alergen pemicu asma
 - b. Pemeriksaan pernapasan dengan peak flow meter setiap hari selama 1-2 minggu
 - c. Uji fungsi pernapasan waktu melakukan kegiatan fisik
 - d. Pemeriksaan untuk mengetahui adanya gastroesophageal reflux disease
 - e. Pemeriksaan untuk mengetahui adanya penyakit sinus
 - f. Pemeriksaan X-Ray thorax dan elektrokardiogram untuk menemukan penyakit paru, jantung, atau adanya benda asing pada jalan napas penderita.
3. Bronkitis kronis

Bronkitis kronis adalah peningkatan volume sekresi mukus yang bersifat kronis atau berulang, cukup banyak sehingga menyebabkan ekspektorasi, tanpa disebabkan oleh penyakit bronkopulmoner yang terlokalisasi. Dalam definisi penyakit ini, istilah kronis atau berulang didefinisikan lebih lanjut sebagai batuk yang disertai dahak setiap hari selama setidaknya tiga bulan dalam satu tahun dan berlangsung selama minimal dua tahun berturut-turut, disertai obstruksi saluran napas yang tidak mengalami perubahan signifikan dalam beberapa bulan.

Kondisi ini lebih sering terjadi pada usia paruh baya hingga lanjut dan lebih banyak dialami oleh pria dibandingkan wanita. Namun, data terkini menunjukkan bahwa angka kematian akibat kondisi ini meningkat lebih cepat pada wanita. Merokok adalah penyebab utama, meskipun di Inggris lebih dari 20% populasi dewasa masih merokok, hanya sekitar 15–20% perokok yang mungkin mengembangkan bronkitis kronis. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh faktor genetic, meskipun jumlah rokok yang dikonsumsi juga memengaruhi perkembangan penyakit.

Pada saluran napas besar yang lebih proksimal, paparan partikel berbahaya merangsang hipersekresi mukus, disertai peningkatan ukuran dan jumlah sel goblet serta kelenjar submukosa. Hal ini menyebabkan batuk kronis dengan produksi dahak, yang sering disebut sebagai bronkitis kronis. Selain itu, terdapat penurunan jumlah dan panjang silia, yang mengakibatkan retensi mukus, infeksi berulang, obstruksi saluran napas, dan peradangan. Kondisi ini memicu pelepasan racun yang semakin merusak struktur dan fungsi saluran napas. Polusi udara, seperti asap industri, kabut asap, dan debu batu bara, juga meningkatkan risiko perkembangan penyakit ini. Karena itu, bronkitis kronis lebih sering ditemukan di daerah perkotaan dibandingkan pedesaan. Penyakit ini lebih umum terjadi pada kelompok sosioekonomi rendah dan memberikan dampak ekonomi yang signifikan.

Ciri utama dari bronkitis kronis adalah hipertrofi dan peningkatan jumlah kelenjar mukosa pada bronkus besar, serta adanya perubahan inflamasi pada saluran napas kecil. Paparan iritan merangsang aktivitas berlebih dari kelenjar penghasil mukus dan sel goblet di bronkus dan bronkiolus, yang menghasilkan mukus berlebihan. Mukus ini melapisi dinding saluran napas dan cenderung menyumbat bronkiolus, yang secara fungsional lebih signifikan. Sel-sel menjadi lebih besar, saluran kelenjarnya melebar, dan dapat mengambil hingga

dua pertiga ketebalan dinding. Saluran napas menyempit dan menunjukkan perubahan inflamasi, yang menyebabkan edema mukosa dan semakin memperkecil diameter saluran napas. Selain itu, gerakan silia juga terganggu. Pembatasan aliran udara pada bronkitis kronis lebih erat kaitannya dengan dimensi saluran napas distal (kecil) daripada saluran napas proksimal (besar). Penyempitan lumen saluran napas ini semakin nyata selama ekspirasi, karena pemendekan dan penyempitan alami saluran napas. Akibatnya, obstruksi saluran napas semakin parah selama ekspirasi, yang menyebabkan penjebakan udara di alveolus. Seiring perkembangan penyakit, paru-paru secara bertahap kehilangan elastisitasnya dan menjadi distensi permanen, yang dapat menyebabkan pecahnya dinding alveolus secara luas. Eksaserbasi berulang akibat infeksi menyebabkan kerusakan yang meluas pada bronkiolus dan alveolus, disertai fibrosis, kelainan bentuk, dan distensi berlebih kompensatoris pada alveolus yang masih bertahan. Kondisi ini sangat terkait dengan perkembangan emfisema. Meskipun bronkitis kronis merupakan diagnosis klinis, berbeda dengan definisi emfisema yang memiliki kriteria spesifik.

4. Emfisema

Emfisema adalah kondisi paru-paru yang ditandai oleh pelebaran permanen ruang udara distal terhadap bronkiolus terminal, disertai kerusakan pada dinding saluran napas tersebut. Kondisi ini hampir selalu berhubungan dengan bronkitis kronis, sehingga sulit untuk dibedakan selama pasien masih hidup.

Emfisema kongenital atau primer dapat disebabkan oleh defisiensi alfa-1 antitripsin, suatu kondisi genetik langka yang memengaruhi 1 dari 4000 orang. Kekurangan enzim ini, yang berfungsi sebagai sistem antiprotease utama di paru-paru, dapat menyebabkan perkembangan dini penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), terutama pada perokok. Meskipun hanya kurang dari 1% kasus emfisema yang disebabkan oleh defisiensi ini,

sifatnya yang diwariskan penting untuk didiagnosis, terutama pada pasien PPOK muda.

Emfisema juga dapat terjadi sekunder akibat:

- Penyakit obstruktif saluran napas, seperti asma, fibrosis kistik, atau bronkitis kronis.
- Penyakit paru akibat pekerjaan, seperti pneumokoniosis.
- Kompensasi akibat kolaps atau pengangkatan sebagian paru.

Pada emfisema sentrilobular, bagian atas paru sering terpengaruh, sedangkan emfisema panlobular lebih umum menyerang lobus bawah, terutama pada individu dengan defisiensi alfa-1 antitripsin. Kerusakan ini menyebabkan gangguan hubungan ventilasi/perfusi akibat penurunan oksigenasi ke kapiler alveolus.

Merokok memicu akumulasi makrofag alveolar yang abnormal di sekitar bronkiolus terminal, yang melepaskan enzim proteolitik penghancur jaringan paru. Polimorfonuklear leukosit juga menghasilkan enzim serupa. Sementara itu, asap rokok dan oksidan inaktivasi alfa-1 antitripsin, sehingga mempercepat kerusakan jaringan paru. Kerusakan berulang membuat dinding saluran napas menjadi lemah dan tidak elastis, menyebabkan penjebakan udara dan peningkatan tekanan intra-alveolar saat ekspirasi. Hal ini memicu pembentukan bula, yang dapat menekan jaringan paru sehat di sekitarnya. Akibatnya, kapiler mengalami atrofi dan luas permukaan untuk pertukaran gas berkurang, sehingga mengganggu hubungan ventilasi/perfusi.

5. Bronkiektasis

Bronkiektasis adalah penyakit inflamasi kronis pada paru-paru yang ditandai dengan pelebaran dan kerusakan bronkus dan bronkiolus. Kondisi ini terjadi akibat terganggunya pertahanan paru, yang menyebabkan infeksi berulang, peradangan, dan kerusakan saluran napas. Obstruksi bronkial bisa bersifat lokal (misalnya karena benda asing yang terhirup, seperti kacang atau gigi patah, atau obstruksi yang disebabkan oleh tumor atau

kelenjar yang membesar) atau menyebar secara umum (misalnya pneumonia yang sulit sembuh akibat batuk rejan atau campak).

Obstruksi bronkial menyebabkan penyerapan udara dari jaringan paru yang terletak di distal obstruksi, sehingga area tersebut akan mengecil dan kolaps. Hal ini menyebabkan gaya tarikan yang mempengaruhi saluran napas yang lebih proksimal, yang akan terdistorsi dan melebar. Jika obstruksi dapat dibersihkan dan paru-paru dapat mengembang kembali dengan cepat, maka pelebaran ini bersifat reversibel. Sekresi dapat terakumulasi di distal obstruksi jika tidak segera diatasi dan akan mudah terinfeksi. Infeksi ini menyebabkan peradangan pada dinding bronkus dengan kerusakan pada jaringan elastis dan otot. Infeksi berulang ini membuat dinding menjadi semakin lemah, dan akhirnya bronkus akan melebar karena tekanan intrapleura negatif. Seiring perkembangan penyakit, bronkus menjadi sangat melebar dan terbentuk kantong yang berisi nanah. Jaringan elastis dan otot hancur, dan lapisan mukosa digantikan oleh jaringan granulasi dengan hilangnya silia. Oleh karena itu, mekanisme transportasi mukosiliar terganggu, dan pengeluaran lendir dari paru-paru menjadi terhambat.

Beberapa jenis bronkiektasis diidentifikasi secara patologis, yaitu tubular, fusiform, atau sakular. Pembuluh darah arteri di dinding bronkus menyambung dengan kapiler pulmonal, yang mengarah pada gejala umum yaitu hemoptisis (batuk darah).

6. Cystic fibrosis.

Cystic Fibrosis (CF) adalah penyakit turunan yang memperpendek usia dan mempengaruhi orang Kaukasia, diperkirakan memengaruhi 250.000 orang di seluruh dunia. Ini adalah penyakit kompleks multisistem yang disebabkan oleh mutasi pada gen pengatur konduktansi *Cystic Fibrosis Transmembran* (CFTR). Mutasi ini mempengaruhi transportasi ion dan air di lapisan epitel, yang mengakibatkan sekresi yang mengental di saluran pernapasan, gastrointestinal, dan reproduksi. Mutasi

pada gen CFTR menyebabkan transportasi klorida yang rusak, disertai penurunan transportasi natrium dan air pada sel epitel di saluran pernapasan, hepatobilier, gastrointestinal, dan reproduksi, serta pankreas. Hal ini menyebabkan dehidrasi, sehingga meningkatkan viskositas sekresi yang menyebabkan obstruksi luminal dan pembentukan jaringan parut pada berbagai saluran eksokrin.

Penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada pasien CF adalah bronkiektasis dan penyakit paru obstruktif, yang menyumbang lebih dari 90% kematian. Bayi dengan CF mengalami infeksi bakteri endobronkial yang persisten yang terkait dengan respons inflamasi intens yang merusak saluran napas dan mengganggu mekanisme pertahanan tubuh lokal. Peradangan yang terus-menerus disertai dengan sekresi paru yang mengental menyebabkan obstruksi saluran napas dan hiperinflasi. Hiperinflasi menjadi ciri utama dari gangguan ini, yang mengubah mekanika paru, menyebabkan otot inspirasi, terutama diafragma, menjadi lebih pendek sebelum kontraksi. Bahkan perubahan kecil dalam pola pernapasan atau peningkatan kebutuhan ventilasi akibat olahraga bisa menyebabkan kelelahan otot inspirasi.

Perubahan paru pada CF meliputi:

- **Mukus/lendir berlebih:** Terdapat produksi lendir yang berlebihan, terutama di bronkus kecil dan bronkiolus. Saluran pernapasan ini secara struktural normal saat lahir, tetapi kemudian tersumbat oleh sumbatan lendir.
- **Mukus/lendir kental:** Gangguan pada kelenjar mukosa menghasilkan produksi lendir dengan kandungan air yang rendah, sehingga sekresi yang dihasilkan sangat kental dan menempel pada dinding bronkus.
- **Infeksi:** Lendir yang menumpuk menjadi medium untuk pertumbuhan bakteri, sehingga sekresi menjadi terinfeksi

dan bernanah. Ini menyebabkan iritasi pada jaringan dinding bronkus yang kemudian menjadi meradang.

- **Bronkiektasis:** Peradangan menyebabkan pelemahan dinding bronkus dan terjadi pelebaran, seperti pada bronkiektasis.
- **Kegagalan perkembangan jaringan paru:** Lendir dan peradangan yang menyebabkan obstruksi saluran napas menghambat perkembangan jaringan paru yang normal.

B. Penyakit Paru Reskriptif

1. Pneumonia

Pneumonia adalah peradangan akut pada jaringan paru, yaitu alveoli dan saluran napas yang berdekatan. Infeksi ini diperoleh melalui inhalasi tetesan yang mengandung mikroorganisme spesifik, dan individu tidak dapat mengatasi infeksi tersebut melalui mekanisme pertahanan alami paru-paru.

Pneumonia yang didapat di masyarakat (*community-acquired pneumonia*) adalah penyakit paru umum yang menyebabkan lebih dari 1 juta pasien dirawat di rumah sakit setiap tahunnya di Inggris. Penyebab mikrobiologisnya dapat mempengaruhi kelompok usia yang berbeda:

- *Streptococcus pneumoniae* adalah penyebab pneumonia yang paling umum dan memengaruhi semua kelompok usia.
- *Mycoplasma pneumoniae* biasanya terjadi pada remaja dan dewasa muda.
- Pneumonia akibat virus influenza, parainfluenza, campak, dan adenovirus lebih umum pada anak-anak dan lansia.
- Pneumonia akibat cacar air terjadi pada orang dewasa.
- *Respiratory syncytial virus (RSV)* adalah penyebab morbiditas dan mortalitas penting pada anak-anak di bawah dua tahun.
- *Legionella pneumophila* (penyakit Legionnaire) dapat terjadi pada semua kelompok usia, tetapi lebih umum pada

pria daripada wanita, dan sering kali terkontaminasi sistem pendingin udara yang tidak terawat.

- *Haemophilus influenzae* dapat menyebabkan bronkopneumonia pada individu dengan penyakit paru sebelumnya (misalnya bronkitis kronis), sehingga lebih umum pada lansia.

Infeksi oleh mikroorganisme ini menyebabkan peradangan pada bronkiolus dan alveoli. Eksudat menyebar ke alveoli yang berdekatan, memberikan medium untuk penyebaran bakteri. Alveoli menjadi penuh dengan sel darah merah, leukosit, makrofag, dan fibrin (hepatasi merah), serta terjadi kongesti pada seluruh lobus. Permukaan pleura yang terlibat juga meradang dan dapat menyebabkan efusi pleura. Resolusi terjadi ketika leukosit menelan bakteri dan makrofag membersihkan debris melalui fagositosis (hepatasi abu-abu). Pada bronkopneumonia atau pneumonia lobular, peradangan tersebar secara tidak teratur di paru-paru, sedangkan pada pneumonia lobar, peradangan menyebar ke seluruh lobus. Tanpa pengobatan, resolusi terjadi dengan pelunakan konsolidasi yang kemudian dikeluarkan melalui batuk. Gejalanya dapat muncul tiba-tiba (pneumonia lobar) atau secara bertahap (bronkopneumonia atau pneumonia lobular) dan disertai gejala seperti malaise, demam tinggi (sering $>40^{\circ}\text{C}$), menggigil, muntah, kebingungan akibat hipoksia (terutama pada lansia), dan takikardia.

Gejala lainnya termasuk:

- Batuk: Awalnya kering, tetapi setelah beberapa hari muncul dahak purulen.
- Sesak napas: Darah yang melewati membran alveolar yang terpengaruh tidak teroksigenasi dengan baik, sehingga PaO_2 menurun. Hiperventilasi tidak dapat mengimbangi hipoksia ini karena darah yang melewati jaringan paru normal hampir jenuh. Peradangan menyebabkan paru menjadi kaku dan

kepatuhan berkurang, sehingga usaha bernapas meningkat, menyebabkan napas menjadi cepat dan dangkal.

- Nyeri: Jika peradangan menyebar ke pleura, akan terasa nyeri tajam yang semakin parah saat bernapas dalam atau batuk.
- Radiografi: Konsolidasi dapat terlihat sebagai opasitas, terutama pada pneumonia lobar. Mungkin juga ada tanda efusi pleura.
- Auskultasi: Suara pernapasan bronkial dapat terdengar (terutama pada pneumonia lobar) karena jaringan paru yang terkonsolidasi mengalirkan suara pergerakan udara di trakea. Whispering pectoriloquy dan peningkatan resonansi vokal dapat terdengar. Wheeze bisa terdeteksi jika ada bronkospasme.

2. *Pleuricy*

Pleuritis/*pleurisy* adalah peradangan yang terjadi pada pleura visceral dan parietal yang saling bersentuhan, menyebabkan rasa nyeri. Pleuritis juga dapat terjadi sebagai komplikasi dari tuberkulosis atau pneumonia lobar. Infeksi atau iritasi pada pleura menyebabkan peradangan dan kongesti vaskular. Sebuah eksudat fibrinous terbentuk dalam rongga pleura, membuat permukaan pleura menjadi kasar. Peradangan ini bisa sembuh dengan sendirinya atau berkembang menjadi efusi pleura, tergantung pada kondisi yang mendasarinya. Ketika peradangan mereda, fibrin yang tertanam dalam eksudat dapat membentuk adhesi antara kedua lapisan pleura.

Beberapa penyebab pleuritis antara lain:

- Infeksi virus (penyebab paling umum),
- Infark paru,
- Karsinoma bronkial,
- Pneumonia,
- Penyakit autoimun seperti lupus eritematosus sistemik dan arthritis rheumatoid.

3. Efusi Pleura

Efusi pleura adalah akumulasi cairan yang berlebihan dalam rongga pleura. Cairan ini dapat terakumulasi dengan komposisi yang bervariasi tergantung pada penyebab yang mendasarinya. Cairan dapat diserap kembali secara alami atau dikeluarkan melalui intervensi bedah. Ketika lapisan pleura saling berdekatan, mereka dapat menjadi saling menempel akibat organisasi fibrin jika cairan tersebut mengandung protein plasma.

Cairan dapat terakumulasi sebagai transudat atau eksudat. Transudat terjadi ketika ada peningkatan tekanan kapiler pulmonal (seperti pada gagal jantung kongestif) atau penurunan tekanan osmotik (seperti pada hipoproteinemia akibat malnutrisi) melintasi membran pleura. Eksudat terjadi ketika ada peradangan yang menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler dan pleura visceral, serta gangguan penyerapan limfatik (seperti pada pneumonia atau keganasan).

Eksudat memiliki warna keruh dan kandungan protein yang tinggi, sementara transudat jernih dengan kandungan protein rendah. Oleh karena itu, eksudat cenderung mengkonsolidasi, sedangkan transudat dapat diserap kembali jika kondisi yang mendasarinya diobati. Tanda klinis yang ditemukan dalam efusi pleura adalah:

- Sesak napas: Tekanan cairan mengurangi ekspansi paru.
- Sianosis: Dapat terjadi pada efusi besar.
- Demam: Biasanya terkait dengan infeksi.
- Kelelahan: Pasien merasa kurang energi.
- Nyeri: Pasien mengeluh nyeri.
- Toraks: Ekspansi toraks terbatas di sisi yang terpengaruh.

4. Empyema

Empyema adalah akumulasi nanah dalam rongga pleura. Kondisi ini biasanya terjadi sebagai akibat dari penyakit paru yang sudah ada sebelumnya, seperti pneumonia bakteri, tuberkulosis, abses paru, atau bronkiektasis. Penyebab paling umum adalah

penyebaran infeksi langsung ke ruang pleura pada pasien dengan pneumonia yang disebabkan oleh *Streptococcus pneumoniae*. Empyema juga dapat terjadi akibat luka tusuk atau sebagai komplikasi dari operasi toraks.

Perubahan patologis terdapat pada sisi paru yang terinfeksi memasuki rongga pleura. Kedua lapisan pleura kemudian dilapisi dengan eksudat inflamasi tebal yang di dalamnya terbentuk jaringan fibrosa. Seiring dengan kontraksi jaringan fibrosa, hal ini bertindak sebagai penghalang fisik untuk ekspansi paru-paru. Tekanan dari jaringan fibrosa pada nanah dapat menyebabkan pecahnya pleura dan jaringan paru-paru, dan nanah tersebut kemudian dapat dikeluarkan melalui batuk. Alternatifnya, dapat terbentuk abses. Penyembuhan terjadi ketika nanah telah dikeluarkan secara bedah atau infeksi telah diatasi oleh antibodi alami pasien, dibantu oleh antibiotik. Lapisan pleura saling menempel dan dapat terjadi pembentukan adhesi yang membatasi pergerakan paru.

5. Pneumothorax

Pneumothorax adalah pengumpulan udara antara pleura viseral dan pleura parietal. Kehadiran udara di ruang pleura memungkinkan paru-paru untuk bergerak menjauh dari dinding dada, menyebabkan deflasi parsial paru. Pneumothorax dibagi menjadi dua jenis: spontan (yang mungkin disebabkan oleh penyakit yang mendasarinya) dan traumatik.

Pneumothorax Spontan dapat terjadi pada segala usia, tetapi lebih umum pada pria muda (rasio 6:1) yang tampaknya sehat. Pneumothorax ini juga dapat berhubungan dengan emfisema dan bronkitis kronis pada pria di atas usia 50 tahun, atau akibat penyakit lain, atau terkait dengan ventilasi mekanik. Beberapa penyebab spontan meliputi:

- Pembatasan aliran udara akibat asma atau emfisema bulosa.
- Ventilasi tekanan positif, khususnya dengan penggunaan *positive end-expiratory pressure* (PEEP).

- Infeksi (misalnya pneumonia stafilokokus, tuberkulosis).
- Cystic fibrosis (CF).
- Sindrom Marfan.
- Pneumothorax Traumatik

Pneumothorax traumatik dapat disebabkan oleh:

- Cedera penetrasi ke dada (misalnya luka tusuk atau peluru).
- Cedera non-penetrasi pada dinding dada (misalnya dampak kecelakaan lalu lintas yang melibatkan dada).
- Pemasangan jalur intravena (misalnya subklavia).
- Operasi pada dinding dada.
- Aspirasi pleura atau biopsi.

Ketika dinding dada tetap utuh, kondisi ini disebut pneumothorax tertutup, namun jika dinding dada terbuka akibat trauma, istilah yang digunakan adalah pneumothorax terbuka. Pada adanya luka terbuka, penanganan darurat adalah dengan penerapan pembalut besar di atas dinding dada.

Perubahan patologis terjadi apabila udara masuk ke dalam rongga pleura dan mengurangi tekanan subatmosfer (yaitu menjadi kurang negatif), paru-paru kolaps. Lubang pada pleura akan menutup, udara diserap, dan paru-paru secara bertahap akan mengembang kembali. Kadang-kadang hal ini tidak terjadi, dan lubang pada pleura menjadi seperti katup. Udara masuk ke rongga pleura saat inspirasi tetapi tidak dapat keluar saat ekspirasi. Paru-paru tetap kolaps, dan seiring dengan penumpukan udara di rongga pleura dan peningkatan tekanan, terjadi perpindahan jantung, serta kompresi paru-paru dan pembuluh darah besar lainnya. Ini disebut pneumothorax tegangan dan harus ditangani sebagai keadaan darurat dengan aspirasi jarum dan kemudian pemasangan drainase yang terhubung dengan segel bawah air.

Onset pneumothorax seringkali tiba-tiba, disertai nyeri dada yang parah dan sesak napas progresif. Terdapat pengurangan pergerakan dada secara unilateral dan tidak ada suara napas,

sering ditemukan di puncak sisi yang terkena. Fitur klinis lainnya mungkin terkait dengan patologi yang mendasari (misalnya emfisema). Pada pasien dengan penyakit paru yang sudah ada, pneumothorax harus selalu dipertimbangkan jika pasien menjadi lebih sesak napas tanpa alasan yang jelas. Emfisema subkutan dapat berkembang pada saat kebocoran udara pleura atau setelah pemasangan drainase interkostal, di mana udara dapat mengalir ke jaringan subkutan. Udara subkutan ini menyebabkan sensasi berderak saat palpasi.

6. Sindrom Distres Pernapasan Akut

Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) adalah bentuk kegagalan pernapasan yang berat yang dapat terjadi dalam 12–48 jam setelah peristiwa pemicu. Kondisi ini sering kali dipicu oleh peristiwa katastrofik seperti syok, sepsis, trauma besar, atau inhalasi/aspirasi zat berbahaya. ARDS merupakan manifestasi pernapasan dari suatu kondisi sistemik.

Patogenesis ARDS melibatkan kerusakan pada epitel paru atau membran alveolar-kapiler. Kerusakan ini diyakini disebabkan oleh neutrofil yang teraktivasi, yang melepaskan mediator vasoaktif yang merusak integritas membran alveolar. Peningkatan permeabilitas membran alveolar–kapiler menyebabkan kebocoran cairan dari kapiler paru ke dalam ruang alveolar, yang mengakibatkan edema alveolar dan pergerakan sel-sel inflamasi. Edema paru ini disebut non-kardiogenik karena tidak ada peningkatan tekanan hidrostatik pada pembuluh darah paru, berbeda dengan kondisi seperti gagal ventrikel kiri. Seiring berkembangnya kondisi ini, terjadi peningkatan kongesti pada kapiler, dan hilangnya alveolus fungsional menyebabkan hipoksemia berat dan kegagalan pernapasan.

Ciri khas ARDS meliputi:

- Hipoksemia berat dan refrakter (resisten terhadap pengobatan).
- Edema paru dengan tekanan hidrostatik normal pada pembuluh darah paru.

- Infiltrasi paru bilateral difus yang terlihat pada rontgen dada.
- Penurunan kepatuhan paru (<50 mL/cmH₂O), yang menunjukkan paru yang kaku.

Pasien dengan ARDS sering mengalami sesak napas yang semakin memburuk, dan jika tidak ditangani, ini dapat berkembang menjadi takhipnea akut (lebih dari 20 napas per menit). Pada pemeriksaan auskultasi, terdengar wheezing dan krek di seluruh paru. Meskipun diberikan oksigen, penyakit ini dapat berkembang menjadi gagal pernapasan berat, yang memerlukan ventilasi mekanik. Seiring waktu, paru-paru menjadi semakin kaku, sehingga semakin sulit untuk mencapai oksigenasi dan ventilasi yang memadai.

7. Fibrosis Paru

Pada fibrosis alveolitis, dinding alveolus menjadi menebal, dengan peningkatan jumlah pneumosit tipe II dan makrofag. Seiring dengan perkembangan penyakit, dinding alveolus mengalami fibrosis dan penyebaran fibrosis ke parenkim paru. Etiologi dari fibrosis alveolitis sebagian besar tidak diketahui, meskipun dalam beberapa kasus terdapat bukti adanya penyakit tertentu yang mendahuluinya. Penyakit-penyakit tersebut bisa berupa penyakit autoimun (misalnya, artritis reumatoid, sklerosis sistemik) atau penyakit gastrointestinal (misalnya, hepatitis aktif kronis, kolitis ulserativa). Adapun ciri-ciri khusus dari fibrosis paru, sebagai berikut:

- Sesak napas. Terdapat timbulnya sesak napas secara perlahan, sering disertai batuk kering yang tidak produktif atau hanya menghasilkan sedikit dahak yang jernih.
- Auskultasi. Ciri khasnya adalah suara retakan inspirasi tengah hingga akhir, yang disebut sebagai suara retakan “metalik”.

- *Clubbing finger*. Seiring perkembangan penyakit, sebagian besar pasien mengalami clubbing jari yang parah.
- Sianosis. Ini disebabkan oleh gangguan pertukaran gas.

C. Penyakit Paru Lain

1. Abses Paru

Abses paru adalah pembentukan nanah yang terlokalisasi, biasanya dikelilingi oleh kapsul fibrosa, di dalam jaringan paru.

Berbagai bakteri dapat masuk ke dalam paru-paru melalui beberapa jalur berikut:

- Melalui saluran pernapasan akibat bronkopneumonia atau setelah menghirup benda asing.
- Melalui dinding dada yang terbuka akibat luka tusukan pisau atau tembakan peluru.
- Melalui aliran darah.
- Kanker bronkial – abses terbentuk di tempat penumpukan sekresi yang terjadi di bawah tumor.

Perubahan Patologis abses paru, apabila terdapat organisme yang menginvasi menyebabkan peradangan pada jaringan paru. Di pusat area tersebut terjadi nekrosis jaringan paru dengan pelunakan dan supurasi. Area tersebut menjadi membesar dan fibroblas membentuk jaringan fibrosa di sekelilingnya hingga terjadi kapsulasi lengkap. Kapsul ini akan berkontraksi dan abses akan pecah, menghasilkan produksi dahak berbau busuk. Terkadang, nanah dapat mengalir ke pleura, menyebabkan empyema, dan jika drainase tumpah ke jaringan paru yang berdekatan, dapat menyebabkan bronkiektasis. Racun dari nanah dapat diserap ke dalam aliran darah, yang berisiko menyebabkan sepsis. Penyembuhan terjadi dengan pembentukan jaringan parut fibrosa.

2. Tuberkulosis Paru

Pada tuberkulosis paru (TB), basil *Mycobacterium tuberculosis* menyebabkan iritasi pada lapisan mukosa di bronkiolus atau alveolus, dan terjadilah perubahan peradangan. Paru-paru bukan satu-satunya jaringan yang dapat terpengaruh oleh TB. Jenis TB selain paru meliputi: miliary akut (darah terpengaruh, dengan penyebaran penyakit ke limpa, hati, ginjal, meninges, dan kelenjar getah bening); TB bedah; TB tulang atau sendi; lupus vulgaris (kulit terpengaruh); dan TB adenoma (kelenjar getah bening terpengaruh). *Mycobacterium tuberculosis* menyebar melalui tetesan udara saat batuk dan bersin, sehingga seseorang dapat terinfeksi melalui dahak pasien. Basil ini dapat dibatasi oleh sistem kekebalan tubuh, namun tidak dihancurkan dan bisa tetap tidur dalam tubuh selama bertahun-tahun. Basil ini dapat diaktifkan kembali pada 5–10% pembawa.

TB umum terjadi di seluruh dunia dan insidensinya meningkat di Inggris dalam beberapa tahun terakhir. Penyakit ini masih sangat umum di Afrika dan Asia. Di Eropa, kelompok usia yang paling sering terpengaruh adalah usia paruh baya, tetapi juga sering terjadi pada pria lanjut usia. Di Inggris, penyakit ini banyak terjadi pada populasi imigran dari Irlandia, Asia, dan Hindia Barat.

Faktor predisposisi antara lain lingkungan, kebersihan yang buruk, kepadatan penduduk, kelompok sosioekonomi rendah, malnutrisi, merokok, dan alkoholisme. Faktor lain termasuk penyakit seperti HIV/AIDS, diabetes mellitus, gangguan jantung bawaan, leukemia, penyakit Hodgkin, penggunaan kortikosteroid jangka panjang, atau obat-obatan immunosupresif.

Basilus ditelan oleh leukosit dan kemudian diserap oleh makrofag. Lebih banyak leukosit membentuk penghalang di sekitar kumpulan sel ini dan massa lengkap tersebut dikenal sebagai “folikel tuberkulosis.” Pusat area tersebut mengalami nekrosis dan menjadi lunak serta bertekstur seperti keju,

yang dikenal sebagai “kaseasi.” Materi ini dapat dipindahkan ke bronkus dan dikeluarkan melalui batuk, meninggalkan rongga. Fibroblas membentuk kapsul di sekitar tuberkel yang kemudian menyimpan garam kalsium, dan proses penyembuhan berlangsung.

Pembentukan rongga dan kalsifikasi adalah ciri khas dari TB, dengan lesi yang terkalsifikasi tetap menjadi sumber infeksi potensial. Basilus dapat diaktifkan kembali dan menyebabkan TB paru post-primer. Bahaya selanjutnya adalah penyebaran penyakit ke area lain di paru-paru termasuk pleura dan melalui aliran darah ke bagian tubuh lainnya.

3. Tumor Brokhial dan Paru

Tumor dapat bersifat jinak atau ganas. Mayoritas tumor adalah pertumbuhan ganas yang bisa bersifat primer atau sekunder. Tumor yang muncul di dalam paru-paru (karsinoma bronkial) biasanya berasal dari bronkus, sementara yang menyebar dari lokasi primer lain (misalnya payudara, saluran pencernaan) cenderung berkembang di jaringan paru-paru atau pleura. Di Inggris, terdapat sekitar 35.000 kematian setiap tahunnya akibat karsinoma bronkus. Pria lebih sering terpengaruh dibandingkan wanita, meskipun insiden pada wanita sedang meningkat.

Orang yang merokok tembakau memiliki risiko jauh lebih besar untuk mengembangkan tumor ganas dibandingkan mereka yang tidak merokok. Risiko ini bergantung pada jumlah rokok yang dihisap, usia mulai merokok, dan durasi merokok. Penyakit ini lebih sering ditemukan pada penduduk kota dibandingkan penduduk desa. Ada juga bukti bahwa paparan terhadap karsinogen, baik di tempat kerja maupun saat beraktivitas, dapat menyebabkan perkembangan penyakit ini. Bekerja dengan bahan radioaktif, nikel, uranium, kromat, atau asbes industri dikaitkan dengan peningkatan risiko karsinoma bronkial. S

Sekitar tujuh puluh persen pasien menunjukkan gejala lokal. Timbulnya penyakit ini bersifat insidiu (perlahan) dan gejalanya dapat muncul dalam berbagai cara.

- **Batuk:** Ini adalah gejala yang paling umum dan sering diabaikan oleh pasien, yang mungkin mengaitkannya dengan kebiasaan merokok. Pada awalnya, batuk bersifat kering dan mengganggu, namun dapat menjadi produktif jika terjadi infeksi pada sekresi yang terkumpul.
- **Darah pada dahak (Hemoptisis):** Terjadi bercak darah kecil yang berulang kali dalam dahak.
- **Sesak napas (Dispnea):** Gejala ini sangat bervariasi dan bisa menjadi parah ketika terjadi kolaps paru atau efusi pleura.
- **Nyeri:** Nyeri yang tumpul dan dalam sering ditemukan, tetapi bisa juga berupa nyeri pleuritik atau interkostal ketika ada penyakit pada tulang rusuk.
- **Malaise dan penurunan berat badan:** Ini biasanya terjadi pada tahap akhir penyakit.
- **Penyakit sekunder:** Pneumonia atau abses paru bisa muncul akibat tumor.
- **Kekakuan suara (Disfonia):** Ini disebabkan oleh keterlibatan saraf laringeal rekuren kiri oleh tumor pada hilus kiri.
- **Stridor:** Terjadi akibat penyempitan trakea atau bronkus utama.
- **Pembengkakan wajah:** Ini disebabkan oleh obstruksi vena cava superior akibat invasi mediastinum.
- **Nyeri pada lengan dan bahu:** Ini disebabkan oleh tumor pada puncak paru (tumor Pancoast) yang menginvasi pleksus brachialis.

D. Gagal Nafas

Gagal pernapasan merujuk pada penurunan fungsi paru-paru yang disebabkan oleh penyakit paru atau gangguan pada otot atau tulang

rangka yang mengakibatkan kegagalan pompa. Gagal pernapasan didefinisikan berdasarkan tekanan gas (tekanan) dalam darah arteri. Tekanan oksigen arterial (PaO₂) dan karbon dioksida (PaCO₂) normal adalah 13,0 kPa (97 mmHg) dan 6,1 kPa (46 mmHg) secara berturut-turut. Ada dua jenis gagal pernapasan:

- **Tipe 1:** PaO₂ kurang dari 8,0 kPa (60 mmHg) disertai dengan PaCO₂ yang normal atau kurang dari 6,7 kPa (50 mmHg).
- **Tipe 2:** PaO₂ kurang dari 8,0 kPa (60 mmHg) disertai dengan PaCO₂ yang meningkat di atas 6,7 kPa (50 mmHg).

Penyebab Gagal Pernapasan Tipe 1

Penyakit paru menyebabkan hipoventilasi alveoli yang mengarah pada ketidaksesuaian ventilasi/perfusi. Pasokan darah mungkin normal, tetapi pengambilan oksigen dari alveoli yang terpengaruh tidak mencukupi. Bisa juga terjadi gangguan pasokan darah ke alveoli yang teroksigenasi, atau shunt, yang menghalangi peralihan oksigen dari paru-paru ke darah pada area yang terpengaruh. Penyakit yang berhubungan dengan jenis ini meliputi bronkitis kronis tahap awal dan emfisema, pneumonia, asma, edema paru akut, emboli paru, fibrosis paru, dan ARDS.

Penyebab Gagal Pernapasan Tipe 2

Karena kegagalan komponen sistem pernapasan skeletal atau neuromuskuler, terjadi kehilangan mekanisme pompa yang esensial untuk ventilasi paru-paru secara keseluruhan. Oleh karena itu, terdapat penurunan volume tidal atau frekuensi pernapasan yang mengarah pada peningkatan PaCO₂ dan penurunan PaO₂. Gangguan yang terkait dengan jenis ini antara lain:

- Kelelahan otot pernapasan akibat eksaserbasi akut penyakit paru, seperti bronkitis kronis lanjut dan emfisema;
- Status asmatikus;
- Denervasi langsung pada otot pernapasan yang bisa terjadi pada cedera tulang belakang servikal;

- Gangguan neuromuskuler yang mempengaruhi saraf yang menyalurkan otot pernapasan atau otot itu sendiri, misalnya distrofi otot, miastenia gravis, dan polineuropati;
- Gangguan mekanis pada toraks, seperti kifoskoliosis atau cedera dada akibat tekanan;
- Disfungsi pusat penggerak pernapasan, misalnya pada cedera kepala.

Gejala Klinis

- **Tipe 1 akibat hipoksia:** Dapat ditemukan gejala seperti dispnea, gelisah, bingung, sianosis sentral, takikardia, gagal ginjal, dan hipertensi pulmonal.
- **Tipe 2 akibat hiperkapnia:** Dapat ditemukan tremor flapping pada tangan, kebingungan, sakit kepala, kulit hangat, takikardia. Dyspnea terjadi pada awalnya, tetapi penderita bisa menjadi mengantuk dan koma jika PaCO₂ terus meningkat.

E. Perbedaan Pola Gangguan Paru

Tabel 1. Gejala, Tanda Khas, dan Diagnosis Banding Penyakit Kardiopulmonal

Penyakit	Gejala Umum	Tanda Khas	Diagnosis Banding
PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik)	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak napas kronik • Batuk berdahak • Kelelahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrel chest • Napas mengi • Penurunan FEV₁/FVC 	Asma, bronkiektasis, gagal jantung kongestif
Asma Bronkial	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak napas episodik • Batuk malam hari 	<ul style="list-style-type: none"> • Wheezing • Respons cepat terhadap bronkodilator 	PPOK, infeksi saluran napas atas
Fibrosis Paru	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak saat aktivitas • Batuk kering 	<ul style="list-style-type: none"> • Klubing jari • Rales halus (inspirasi) • Restriksi spirometri 	PPOK, TBC paru, penyakit kolagen vaskular

Penyakit	Gejala Umum	Tanda Khas	Diagnosis Banding
Bronkiektasis	<ul style="list-style-type: none"> Batuk kronik Produksi dahak berlebih Infeksi berulang 	<ul style="list-style-type: none"> Ronki kasar Sputum purulen tiga lapis 	PPOK, TBC, abses paru
TBC Paru	<ul style="list-style-type: none"> Batuk >2 minggu Demam sore/malam Penurunan berat badan 	<ul style="list-style-type: none"> Infiltrat apikal Hemoptisis Hasil BTA positif 	Pneumonia, kanker paru, bronkiektasis
Pneumonia	<ul style="list-style-type: none"> Demam tinggi Batuk berdahak Nyeri dada pleuritik 	<ul style="list-style-type: none"> Fremitus meningkat Ronki basah lokal Opasitas lobar di foto toraks 	TBC, emboli paru, atelektasis
ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome)	<ul style="list-style-type: none"> Sesak berat Hipoksemia refrakter Napas cepat 	<ul style="list-style-type: none"> Infiltrat difus bilateral pada foto toraks Tidak responsif terhadap oksigen biasa 	Edema paru, pneumonia berat, emboli paru
Emboli Paru	<ul style="list-style-type: none"> Sesak mendadak Nyeri dada tajam Batuk darah 	<ul style="list-style-type: none"> Takikardia Hipoksemia D-dimer meningkat 	Infark miokard, pneumonia, pneumotoraks

Tabel 2. Perbedaan Pola Gangguan Paru

Komponen	Pola Obstruktif	Pola Restriktif
FEV ₁	↓↓↓ (turun tajam)	↓ (turun ringan)
FVC	↓ atau normal	↓↓↓ (turun tajam)
Rasio FEV ₁ /FVC	↓ (< 70%)	Normal atau ↑ (> 80%)
Mekanisme	Hambatan aliran udara keluar	Penurunan ekspansi paru
Contoh Penyakit	PPOK, Asma, Bronkiektasis	Fibrosis Paru, ARDS, Skoliosis Parah

Komponen	Pola Obstruktif	Pola Restriktif
Karakteristik Pernapasan	Napas panjang, napas dalam sulit	Napas pendek, cepat, dan dangkal
Gambaran Spirometri	Lambat naik, bentuk cekung	Kecil dan simetris dengan normal

F. Ikhtisar

- Penyakit kardiopulmonal dibagi menjadi penyakit obstruktif (PPOK, asma, bronkitis kronis, emfisema, bronkiektasis) dan penyakit restriktif (pneumonia, pleuritis, efusi pleura, empyema).
- PPOK ditandai dengan inflamasi kronis yang menyebabkan penyempitan saluran napas dan gangguan pertukaran gas.
- Penyakit paru restriktif melibatkan penurunan kapasitas paru akibat fibrosis atau gangguan mekanis pernapasan.
- Diagnosis didukung oleh pemeriksaan fisik, tes fungsi paru, radiologi, dan uji laboratorium.

G. Latihan Soal

1. Salah satu ciri khas penyakit paru obstruktif adalah...
 - a. Penurunan volume residu
 - b. Kesulitan dalam ekspirasi udara
 - c. Hiperventilasi
 - d. Peningkatan compliance paru
2. Penyakit yang termasuk dalam kategori restriktif adalah...
 - a. PPOK
 - b. Asma
 - c. Pneumonia
 - d. Bronkitis kronis
3. Faktor risiko utama penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah...
 - a. Konsumsi alkohol
 - b. Merokok
 - c. Kurang olahraga
 - d. Genetika

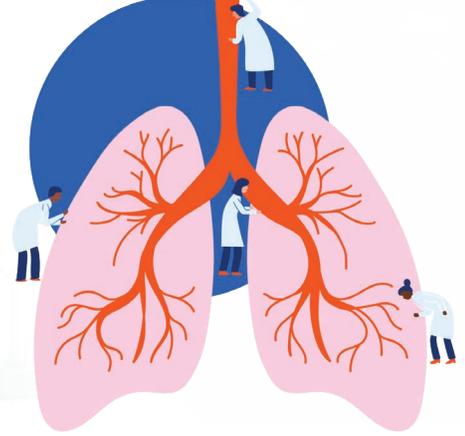
4. Efek jangka panjang dari emfisema adalah...
 - a. Peningkatan elastisitas paru
 - b. Penurunan luas permukaan alveolar
 - c. Peningkatan produksi mukus
 - d. Hipoventilasi akut
5. Gejala utama dari gagal jantung kongestif adalah...
 - a. Hipotensi
 - b. Edema perifer
 - c. Bradikardia
 - d. Hipoglikemia

H. Referensi

- Galiè, N., et al. (2016). 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *European Heart Journal*, 37(1), 67-119.
- Global Initiative for Asthma. (2021). *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2021). *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*.
- Konstantinides, S. V., et al. (2020). 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *European Heart Journal*, 41(4), 543-603.
- Polverino, E., et al. (2017). European Respiratory Society guidelines for the management of adult bronchiectasis. *European Respiratory Journal*, 50(3), 1700629.
- Raghu, G., et al. (2018). Diagnosis of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. An Official ATS/ERS/JRS/ALAT Clinical Practice Guideline. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 198(5), e44-e68.
- Thomas, P. S., et al. (2013). *Chronic Respiratory Disease*. In *Respiratory Disease* (4th ed., pp. 1025-1035). Wiley-Blackwell.

Thompson, B. T., et al. (2017). Acute Respiratory Distress Syndrome.
New England Journal of Medicine, 377(6), 562-572.

BAB IV



PROSES MANAJEMEN FISIOTERAPI KARDIORESPIRASI

Pada pelayanan kesehatan, fisioterapis berperan dalam pelayanan pasien dengan berbagai spektrum pelayanan fisioterapi yaitu gangguan kardiorespirasi, serta gangguan gerak dan fungsi tubuh lainnya. Fisioterapis juga berperan dalam pelayanan khusus dan kompleks, serta tidak terbatas pada area rawat inap, rawat jalan, rawat intensif, klinik tumbuh kembang anak, klinik geriatri, unit stroke, klinik olahraga, dan/atau rehabilitasi.

Di dalam pelaksanaan pelayanan fisioterapi, fisioterapis harus berfokus pada pasien melalui alur yang dapat diakses secara langsung ataupun melalui rujukan tenaga kesehatan lain maupun sesama fisioterapis. Setiap pelayanan fisioterapi, fisioterapis memiliki proses fisioterapi yang harus didokumentasikan dalam status klinis. Walaupun berbeda-beda spektrum pelayanan namun fisioterapis mempunyai panduan umum dalam melaksanakan proses fisioterapi. Proses fisioterapi pada pasien merupakan proses siklus kontinu dan bersifat dinamis yang dilakukan oleh fisioterapis yang memiliki kompetensi yang dibutuhkan, diintegrasikan dan dikoordinasikan dengan pelayanan lain yang terkait melalui rekam medik, sistem

informasi dan sistem komunikasi yang efektif. Secara umum, berikut adalah proses fisioterapi yang berlaku di semua spektrum pelayanan fisioterapi.

Proses fisioterapi pada pasien merupakan proses siklus kontinyu dan bersifat dinamis yang dilakukan oleh fisioterapis yang memiliki kompetensi yang dibutuhkan, diintegrasikan dan dikoordinasikan dengan pelayanan lain yang terkait melalui rekam medik, sistem informasi dan sistem komunikasi yang efektif. Secara umum, berikut adalah proses fisioterapi yang berlaku di semua spektrum pelayanan fisioterapi.

A. Pemeriksaan Kardiopulmonal

Assesment atau pemeriksaan merupakan komponen penting dalam segala manajemen penatalaksanaan fisioterapi. Fisioterapis melakukan perencanaan intervensi fisioterapi berdasarkan hasil assesmen dan diagnosis fisioterapi, prognosis dan indikasi-kontra indikasi, setidaknya mengandung tujuan, rencana penggunaan modalitas intervensi, dan dosis, serta diinformasikan/dikomunikasikan kepada pasien/klien atau keluarganya. Assesmen fisioterapi dilakukan oleh fisioterapis yang memiliki wewenang berdasarkan hasil penilaian kompetensi yang ditetapkan oleh pimpinan fisioterapi. Adapun beberapa uji dan pengukuran dalam pemeriksaan fisioterapi diantaranya:

1. Kapasitas aerobik dan ketahanan
2. Karakteristik antropometric
3. Kesadaran, perhatian dan kognisi
4. Alat bantu dan alat adaptasi.
5. Circulation
6. Integritas saraf kranial dan saraf tepi
7. Hambatan lingkungan, rumah, pekerjaan, sekolah dan rekreasi
8. Ergonomi dan mekanika tubuh

9. Berjalan, lokomosi dan keseimbangan
10. Integritas integument
11. Integritas dan mobilitas sendi
12. Motor function
13. Kinerja otot, antara lain strength, power, tension dan endurance
14. Perkembangan neuromotor dan integritas sensoris
15. Kebutuhan, penggunaan, keselamatan, alignment, dan pengepasan peralatan ortotik, protektif dan suportif.
16. Nyeri
17. Postur

Hasil assesmen dituliskan pada lembar rekam medik pasien/klien baik pada lembar rekam medik terintegrasi dan/atau pada lembar kajian khusus fisioterapi.

B. Problematik Fisioterapi

Problematik yang selalu dijumpai pada pasien dengan gangguan kardiorespirasi yaitu adanya perubahan patofisiologis pada saluran nafas dan jaringan paru, adanya perubahan mekanika pernapasan, dan perubahan toleransi aktivitas. Berdasarkan hasil pemeriksaan fisioterapi maka dapat diklasifikasikan bahwa problematik fisioterapi kardiorespirasi yang sering dijumpai berupa:

1. Pertukaran gas yang buruk di daerah yang terkena dampak terutama pada volume paru-paru yang rendah ($\uparrow PaCO_2$ dan $\downarrow PaO_2$)
2. Dapat mengalami desaturasi dengan olahraga/mobilitas
3. Fungsi kardiovaskular yang buruk
4. Iskemia miokard
5. Penurunan curah jantung
6. Penurunan transportasi/sirkulasi oksigen ke perifer

7. Insisi nyeri atau trauma
8. Nyeri dada atau muskuloskeletal atau nyeri pembuluh darah perifer
9. Penurunan mobilitas/toleransi olahraga yang buruk
10. Penurunan kebugaran
11. Penurunan kekuatan dan daya tahan
12. Sekresi yang tertahan/meningkat
13. Infeksi berulang
14. Sesak napas
15. Peningkatan kerja pernapasan
16. Peningkatan penggunaan otot aksesori
17. Trombosis vena dalam
18. Ileus
19. Retensi urin
20. Perubahan status kognitif
21. Perubahan koordinasi dan/atau keseimbangan
22. Postur tubuh yang buruk
23. Penurunan rentang gerak (ROM) bahu dan sendi terkait lainnya
24. Keterbatasan sternum
25. Gizi buruk
26. Pemahaman yang buruk tentang kondisi, perawatan kondisi, dan manajemen diri
27. Berkurangnya rasa sejahtera atau depresi
28. Program fisioterapi di rumah.

C. Diagnosis Fisioterapi

Diagnosis Fisioterapi adalah suatu pertanyaan yang menggambarkan keadaan multi dimensi pasien/klien yang dihasilkan analisis dan

sistesis dari hasil pemeriksaan dan pertimbangan klinis fisioterapi, yang dapat menunjukkan adanya disfungsi gerak/potensi disfungsi gerak mencakup gangguan/kelemahan fungsi tubuh, struktur tubuh, keterbatasan aktifitas dan hambatan bermasyarakat. Melakukan penanganan haruslah sesuai dengan kondisi patofisiologi dan faktor resiko yang ditemui. Setiap penanganan harus mengacu pada bukti klinis yang sudah ada, protokol yang sudah dibuat, menggunakan tehnik penanganan yang sesuai (peralatan, keahlian, dan waktu), prioritaskan pada kebutuhan pasien, dan menyeimbangkan atau menyesuaikan penanganan fisioterapi dengan penanganan lainnya dan aktifitas pasien.

Fisioterapis Indonesia memiliki kualifikasi dan kewenangan yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 80 Tahun 2013. Dalam menjalankan pelayanan fisioterapi, fisioterapis dapat menerima langsung pasien maupun dirujuk dari tenaga kesehatan maupun dokter. Saat pasien dari tenaga kesehatan (dokter spesialis) lain dirujuk untuk mendapatkan tindakan fisioterapi dengan resep rujukan ke poli fisioterapi maka fisioterapis melakukan serta melaksanakan proses penatalaksanaan fisioterapi secara lengkap dengan tahapan mulai dari asesmen pasien, diagnosa, membuat rencana intervensi, melaksanakan tindakan intervensi, kemudian evaluasi serta dokumentasi (Peraturan Menteri Kesehatan No 65, 2015; Physiotherapy, 2019).

Diagnosis fisioterapi harus jelas, spesifik, dan berorientasi pada masalah fungsi pasien. Penulisan diagnosis ini memadukan gangguan fungsi tubuh, keterbatasan aktivitas, dan hambatan partisipasi berdasarkan kerangka International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF). Diagnosis fisioterapi terdiri dari tiga elemen utama:

1. Gangguan Fungsi Tubuh (Impairment):
Mengacu pada perubahan atau penurunan kemampuan struktur dan fungsi tubuh. Contoh: “Penurunan mobilitas thorax.”

2. **Keterbatasan Aktivitas (Activity Limitation):**
Menggambarkan kesulitan pasien dalam melakukan tugas tertentu. Contoh: “Keterbatasan berjalan akibat sesak nafas.”
3. **Hambatan Partisipasi (Participation Restriction):**
Menunjukkan dampak pada keterlibatan pasien dalam kehidupan sehari-hari atau sosial. Contoh: “Kesulitan melakukan pekerjaan akibat sesak nafas”

Didalam diagnosa fisioterapi meliputi: gangguan gerak dan fungsi (goal of intervention), pada struktur jaringan specific tertentu (tissue target) disebabkan oleh patologi tertentu (pathological target). Sedangkan isi dari pada diagnosis fisioterapi dapat dilihat dari pernyataan dari permasalahan yang dikeluhkan oleh pasien, hubungannya dengan system terkait permasalahannya.

Dapat dicontohkan penulisan diagnosis fisioterapi dapat menggunakan format berikut:

1. **Impairment + Activity Limitation + Participation Restriction + kondisi**

Contoh: *“Penurunan mobilitas thorax yang menyebabkan kesulitan bebrjalan dan membatasi partisipasi dalam melakukan pekerjaan akibat sesak nafas pada pasien COPD.”*

2. **Masalah Utama + Konteks**

Contoh: *“Sesak nafas akibat COPD yang menyebabkan penurunan mobilitas thorax, gangguan aktivitas berjalan dan hambatan dalam bekerja,”*

“Gangguan sesak napas, mobiitas thorax, gangguan berjalan dan pekerjaan akibat PPOK.”

3. **Hubungkan dengan Tujuan Terapi**

Contoh: *“Gangguan aktivitas berjalan akibat penurunan mobilitas thorax yang membatasi kemampuan berjalan memerlukan intervensi unruk meningkatkan aktivitas fungsional pada pasien COPD*

D. Perencanaan Fisioterapi

Fisioterapis menyusun rencana intervensi berdasarkan hasil asesmen dan diagnosis fisioterapi, dengan mempertimbangkan prognosis serta indikasi dan kontraindikasi. Perencanaan ini setidaknya mencakup tujuan yang jelas, penggunaan modalitas intervensi, dosis fisioterapi, serta komunikasi dengan pasien/klien dan keluarganya.

1. Rencana Penggunaan Modalitas Intervensi

Rencana ini sangat penting karena berhubungan langsung dengan keberhasilan program fisioterapi yang telah disusun dan disetujui oleh pasien atau klien. Modalitas yang digunakan ditentukan oleh fisioterapis berdasarkan data yang dikumpulkan, serta analisis dan sintesis terhadap hasil asesmen, guna mendukung pencapaian hasil fisioterapi secara optimal.

2. Dosis Fisioterapi

Dosis terapi mengacu pada jumlah atau kadar suatu intervensi (baik kimiawi, fisik, maupun biologis) yang dapat memengaruhi pasien secara biologis. Dalam fisioterapi, dosis didasarkan pada keluhan pasien serta keterbatasan fungsional yang memengaruhi aktivitas tertentu. Dosis dan rencana terapi ini harus dijelaskan kepada pasien dan keluarganya untuk memastikan pemahaman dan persetujuan mereka.

3. Dokumentasi dan Pelibatan Pasien

Program intervensi ditulis secara tertulis, melibatkan pasien dan keluarga sesuai tingkat pemahaman mereka. Semua rencana dicatat pada lembar rekam medis pasien, baik pada dokumen terintegrasi maupun lembar khusus kajian fisioterapi. Perencanaan ini dapat dievaluasi dan diperbarui sesuai kebutuhan, dengan tetap melibatkan pasien atau klien.

4. Prinsip Perencanaan Berdasarkan Teori

Menurut *World Confederation for Physical Therapy*, perencanaan intervensi meliputi beberapa elemen:

- Tujuan: Menghubungkan kondisi saat ini dengan target yang diharapkan, berdasarkan kebutuhan, prioritas, program, dan alokasi sumber daya.
- Harapan: Merancang hasil yang diinginkan dalam proses terapi.
- Intervensi: Menyusun langkah-langkah terapi yang relevan.
- Komunikasi dan Edukasi: Menyampaikan informasi secara jelas kepada pasien dan keluarga.
- Informed Consent: Memastikan persetujuan pasien atas intervensi yang direncanakan.
- Dokumentasi: Mencatat seluruh proses perencanaan dan pelaksanaannya.
- Discharge dan Discontinuation: Merancang strategi penghentian terapi jika target tercapai atau terdapat hambatan dalam pelaksanaan.

Sehingga dapat dituliskan perencanaan fisioterapi, seperti berikut:

- a. Tujuan jangka panjang
- b. Tujuan jangka pendek

E. Intervensi Fisioterapi

Setiap intervensi fisioterapi harus dicatat secara lengkap dalam formulir intervensi dan monitoring fisioterapi untuk mendokumentasikan proses dan hasilnya. Intervensi fisioterapi berbasis bukti berfokus pada keselamatan pasien atau klien, dilaksanakan sesuai dengan rencana program intervensi yang telah ditentukan. Intervensi ini dapat dimodifikasi berdasarkan hasil evaluasi serta pertimbangan teknis, dengan persetujuan terlebih dahulu dari pasien, klien, atau keluarganya. Setiap bentuk intervensi, termasuk yang melibatkan teknologi fisioterapi, harus didukung oleh kebijakan tertulis dalam bentuk prosedur operasional baku (SOP) yang telah disahkan oleh pimpinan fasilitas pelayanan kesehatan atau oleh fisioterapis dalam

praktik mandiri. Untuk intervensi khusus seperti terapi manipulasi atau *massage*, pelaksanaannya mempertimbangkan hak dan kenyamanan pasien atau klien, dilakukan secara etis, dan didukung oleh fasilitas serta ruangan yang memadai. Ukuran keberhasilan intervensi fisioterapi menggunakan terminologi yang seragam untuk memungkinkan perbandingan hasil antar pendekatan intervensi. Komponen keberhasilan mencakup kemampuan fungsi, yang meliputi fungsi tubuh dan struktur, aktivitas, serta partisipasi, sesuai dengan diagnosis fisioterapi.

F. Evaluasi/Re-Evaluasi

Evaluasi dan re-evaluasi dilakukan oleh fisioterapis sesuai dengan tujuan perencanaan intervensi. Proses ini dapat menghasilkan kesimpulan, termasuk keputusan untuk menghentikan program terapi atau merujuk pasien kepada dokter atau profesional terkait lainnya. Kewenangan untuk melakukan evaluasi atau re-evaluasi diberikan berdasarkan hasil kredensial fisioterapis yang telah ditetapkan oleh pimpinan fisioterapi.

G. Komunikasi dan Edukasi

Fisioterapis menjadikan komunikasi dan edukasi sebagai bagian integral dari pelayanan fisioterapi yang berkualitas dan berpusat pada pasien. Komunikasi ini melibatkan pasien, keluarganya, tenaga kesehatan terkait, serta masyarakat. Fisioterapis menggunakan identitas resmi yang mudah dikenali dan dipahami oleh pasien, keluarga, serta pemangku kepentingan sebagai representasi profesi. Dalam proses pelayanan, fisioterapis memperkenalkan diri dan memberikan informasi terkait kondisi pasien atau klien, rencana tindakan atau intervensi, serta melakukan komunikasi terapeutik dengan pasien dan keluarganya. Apabila terdapat kondisi yang berada di luar kompetensi, pengetahuan, pengalaman, atau keahlian, fisioterapis akan merujuk pasien atau klien kepada tenaga

kesehatan lain yang lebih sesuai, dengan melampirkan resume fisioterapi. Pelayanan fisioterapi di fasilitas kesehatan didukung oleh media komunikasi dan edukasi yang memadai untuk memastikan kelancaran proses terapi sesuai tujuan. Media edukasi, seperti leaflet atau brosur, digunakan sebagai sarana untuk memberikan informasi tambahan yang diperlukan.

H. Dokumentasi

Penyelenggaraan pelayanan fisioterapi mengutamakan dokumentasi sebagai bagian integral dari pelayanan yang bermutu dan dapat dipertanggungjawabkan. Dokumentasi ini didukung oleh lembar rekam medis fisioterapi dan formulir tambahan lain yang diperlukan.

Seluruh proses pelayanan fisioterapi dicatat secara rinci pada lembar rekam medis pasien atau klien, baik dalam rekam medis terintegrasi maupun pada lembar kajian khusus fisioterapi. Dokumentasi tersebut dapat diakses oleh tenaga kesehatan terkait untuk mendukung koordinasi dalam pelayanan.

I. Ikhtisar

- Pendekatan Fisioterapi: Berbasis evaluasi awal, tujuan terapi, dan kebutuhan pasien.
- Tahapan Fisioterapi: Meliputi asesmen awal, perencanaan intervensi, pelaksanaan terapi, dan evaluasi hasil.
- Pendekatan Multidisiplin: Kolaborasi dengan dokter, perawat, dan tenaga kesehatan lain untuk optimalisasi hasil terapi.
- Monitoring dan Evaluasi: Pemantauan progres pasien untuk menyesuaikan intervensi yang diberikan.

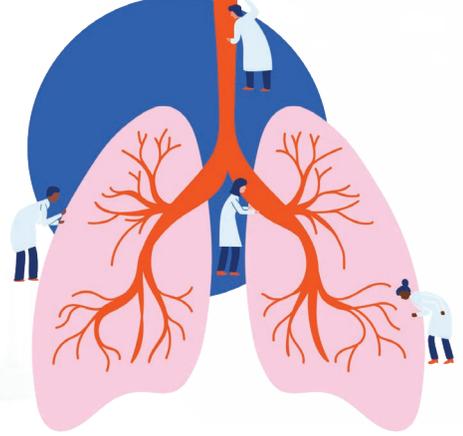
J. Latihan Soal

- Langkah pertama dalam proses fisioterapi kardiopulmonal adalah...
 - Intervensi
 - Evaluasi pasien
 - Latihan fisik
 - Pemberian edukasi
- Evaluasi pasien dalam fisioterapi kardiopulmonal bertujuan untuk...
 - Mengidentifikasi tingkat disfungsi
 - Menentukan dosis obat yang diberikan
 - Melakukan tindakan bedah paru
 - Menggantikan terapi medis
- Teknik fisioterapi yang digunakan untuk meningkatkan fungsi paru pada pasien dengan sekresi berlebih adalah...
 - Latihan aerobik
 - Teknik pembersihan jalan napas
 - Latihan keseimbangan
 - Terapi okupasi
- Mobilisasi dini dalam fisioterapi kardiopulmonal bertujuan untuk...
 - Mencegah pneumonia dan komplikasi lain
 - Mengurangi nyeri akut
 - Meningkatkan kepadatan tulang
 - Mencegah obesitas
- Faktor yang paling mempengaruhi keberhasilan fisioterapi kardiopulmonal adalah...
 - Dukungan sosial pasien
 - Jenis obat yang dikonsumsi
 - Frekuensi kunjungan ke dokter
 - Usia pasien

K. Referensi

- Hillegass, S. 2011. *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. 3 ed. Canada: Elsevier Saunders.
- Irwin, S. and Tecklin, J.S. 2004. *Cardiopulmonary Physical Therapy: A Guide to Practice*. English: Slack Incorporated.
- Reid, W.D. and Chung F. 2004. *Clinical Management Notes and Case Histories Cardiopulmonary Physical Therapy*. English: Slack Incorporated.

BAB V



ASESSMENT FISIOTERAPI PADA KARDIOPULMONAL

A. Rekam Medik Pasien

Tujuan dari tinjauan catatan medis adalah untuk mengekstrak informasi penting guna mengembangkan basis data tentang pasien. Berdasarkan informasi yang diperoleh, fisioterapis melakukan penilaian fisik yang sesuai dan menyusun rencana perawatan yang optimal. Jika pasien tidak membawa rekam medis, fisioterapis harus berusaha untuk memperoleh informasi serupa sebisa mungkin. Fisioterapis harus memfokuskan tinjauan catatan medis dengan mengidentifikasi informasi penting berikut ini:

- Diagnosis dan tanggal kejadian
- Gejala pada saat masuk rumah sakit dan setelah pasien dirawat
- Masalah medis signifikan lainnya dalam riwayat medis
- Pengobatan yang sedang dijalani
- Faktor risiko untuk penyakit kardiovaskular dan pulmonal
- Riwayat sosial yang relevan, termasuk merokok, penggunaan alkohol dan narkoba, gaya hidup, dan mekanisme dukungan
- Data laboratorium klinis
- Studi radiologi
- Terapi oksigen dan pengobatan pernapasan lainnya

- Prosedur bedah
- Regimen terapi lainnya
- Elektrokardiogram dan pemantauan telemetri
- Tes fungsi paru
- Gas darah arteri
- Data kateterisasi jantung
- Tes diagnostik lainnya
- Tanda vital
- Perjalanan rumah sakit sejak masuk, terutama pada pasien dengan cedera jantung, untuk menentukan apakah perjalanan penyakitnya rumit atau tidak rumit
- Asupan nutrisi
- Riwayat pekerjaan
- Penilaian lingkungan rumah

B. Anamnesis Fisioterapi

Anamnesis fisioterapi merupakan pemeriksaan wawancara. Isi pertanyaan wawancara dapat sangat bervariasi tergantung pada pengaturan klinis yang berbeda dan pasien yang berbeda. Isu penting yang perlu dipertimbangkan adalah:

- Tujuan wawancara dan potensi hasil perawatan fisioterapi
- Informasi yang tersedia dari catatan medis, laporan lain, konsultasi, dan surat rujukan
- Status pasien saat ini, mempertimbangkan status fisik, emosional, dan psikologis mereka
- Informasi kunci yang dibutuhkan untuk menentukan risiko perawatan dan memastikan perawatan dilakukan dengan aman
- Waktu yang tersedia oleh fisioterapis dan prioritas pasien

Untuk sebagian besar pasien, informasi tentang topik utama yang diperlukan oleh fisioterapis untuk memastikan bahwa perawatan yang aman dan efektif dapat dilakukan—baik informasi ini diperoleh dari wawancara atau dari sumber lain seperti catatan medis dan surat

rujukan. Namun, untuk sebagian besar pasien individu, fisioterapis mungkin akan menggali lebih dalam ke dalam area topik tertentu untuk menetapkan kebutuhan spesifik pasien tersebut. Dalam banyak situasi, fisioterapis dapat melakukan kuesioner terstruktur atau memulai proses wawancara tambahan oleh tenaga kesehatan lain untuk menindaklanjuti masalah yang relevan seperti:

- Penilaian oleh pekerja sosial, psikolog, pendeta, atau tenaga kesehatan lainnya
- Penggunaan kuesioner yang sudah mapan dan valid mengenai kualitas hidup terkait kesehatan, status fungsional, atau depresi
- Wawancara dengan anggota keluarga, pengasuh, atau staf panti jompo untuk mengumpulkan lebih banyak informasi mengenai situasi di rumah

C. History Taking/ Riwayat Perjalanan Penyakit

Informasi diperoleh mengenai gejala pasien saat ini dan masalah medisnya, serta riwayat medis masa lalu, dari formulir riwayat dan data, catatan medis, wawancara pasien/keluarga, dan/atau anggota tim lain yang merawat pasien. Data yang diperoleh memberikan informasi awal untuk mulai mengidentifikasi gangguan dan keterbatasan fungsional yang mungkin teridentifikasi selama pemeriksaan fisik, serta memberikan informasi yang mengidentifikasi area yang mungkin memerlukan intervensi atau edukasi untuk mencegah masalah kesehatan tambahan. Pengambilan riwayat adalah bagian yang sangat krusial dari pemeriksaan, dan menurut studi McMaster, ini adalah perbedaan yang membedakan antara klinisi pemula dan klinisi berpengalaman. Menurut studi McMaster, klinisi berpengalaman jauh lebih baik dalam pengambilan riwayat daripada klinisi pemula, dan ini mungkin berkaitan dengan nilai yang ditemukan oleh klinisi berpengalaman selama bertahun-tahun mereka berpraktik. Karena tidak semua pasien datang ke

fisioterapis dengan catatan medis lengkap, banyak informasi yang harus diperoleh dari sumber selain catatan medis, seperti pasien/ keluarga/teman, serta anggota tim lain. Jika catatan medis tidak ada, fisioterapis harus mengumpulkan sebanyak mungkin informasi dengan catatan pertanyaan yang dicantumkan pada tabel 1. Di masa depan, kemungkinan semua pasien akan datang ke fisioterapi dengan catatan medis mereka dalam bentuk memori stick untuk dibagikan dengan semua penyedia layanan medis.

Tabel 1. Pertanyaan *history taking* pasien kardiopulmonal

No.	Komponen	Jenis Pertanyaan
1.	Penggunaan rokok	<ul style="list-style-type: none"> • Berapa banyak rokok yang dihabiskan? • Sejak Kapan? • Apakah saat ini masih merokok?
2.	Riwayat onset respirasi	<ul style="list-style-type: none"> • Kronis • Masalah akut? • Dingin
3.	Riwayat kardiovaskuler	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah memiliki penyakit arteri koroner Infark miokard (MI) sebelumnya? • Jika Ya, sejak kapaml? • Apakah pernah mengalami Operasi bypass arteri koroner sebelumnya? • Apakah ada nyeri iskemik saat beraktivitas? • Jika ya, apakah nyerinya continuous atau intermitten
4.	Batuk	<ul style="list-style-type: none"> • Kuat? • Produktif sputum? • Warna dan konsistensi sputum • Apa yang dilakukan saat batuk
5.	Sesak Nafas	<ul style="list-style-type: none"> • Pada sesak nafas apakah ada angina? Jika ada klasifikasi apa? • Penyebab lain atau faktor terkait yang menyebabkan sesak nafas
6.	Kondisi Lain	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes • Kondisi muskuloskeletal yang serius • Alergen/Iritasi • Masalah Dengan Anestesi Sebelumnya • Status Kognitif • Orientasi waktu, tempat, dan orang

7.	Riwayat Fungsional	<ul style="list-style-type: none"> • Tangga • Ambulasi • Mobilitas/aktivitas • Aktivitas apa yang sangat melelahkan atau sulit dilakukan • Latihan rutin (jenis, durasi, frekuensi, intensitas) • Apa yang membatasi olahraga? • Angina? ST berubah? Apa yang menyebabkan angina? • Apa yang meredakan angina? • Dispnea/sesak napas? (Saat istirahat? Di malam hari? Apa tingkat aktivitasnya? Tempat tidur datar?) • Klaudikasio intermiten
8.	Pemeriksaan penunjang lainnya	<ul style="list-style-type: none"> • X-rays, tes darah, kultur sputum dan hasil lab apakah ada atau tidak?
9.	Kecemasan dan ekspektasi pasien	<ul style="list-style-type: none"> • Apakah anda berpikir dengan kondisi anda sekarang, anda dapat sembuh? • Apa yang anda harapkan dengan datang ke fisioterapi?

D. Inspeksi

Inspeksi (observasi) merupakan komponen penting dalam penilaian pasien, terutama pada pasien dengan disfungsi kardiopulmoner. Penampilan fisik pasien dapat sedikit berubah seiring dengan perubahan kondisi klinis, dan mengenali perubahan ini sangat penting dalam manajemen dan pengobatan pasien. Inspeksi harus dilakukan secara sistematis, dimulai dari kepala hingga bagian bawah tubuh. Selain penampilan umum, area khusus yang perlu diamati meliputi ekspresi wajah, usaha bernapas melalui hidung atau mulut, leher, dada dalam kondisi istirahat dan dinamis, fonasi, batuk dan produksi dahak, postur, posisi, serta ekstremitas. Penilaian mencakup tingkat kesadaran pasien, jenis tubuh, postur, warna kulit, dan kebutuhan akan peralatan monitor atau dukungan eksternal. Misalnya, pasien yang koma membutuhkan perhatian terus-menerus

untuk posisi tubuh dan pencegahan disfungsi paru. Pasien dengan tubuh gemuk mungkin memiliki toleransi olahraga yang lebih rendah dan peningkatan kerja bernapas.

1. **Postur dan Posisi**

Postur tubuh seperti kifosis atau skoliosis dapat membatasi kapasitas vital, sementara posisi tubuh tertentu, seperti posisi duduk dengan membungkuk, dapat menunjukkan penyakit paru obstruktif kronis.

2. **Warna Kulit**

Kulit yang kebiruan (sianosis) menunjukkan oksigenasi yang rendah, yang mungkin memerlukan oksigen tambahan.

Yang perlu diperhatikan pada warna kulit adalah;

- a. Apakah kulitnya merah muda dan sehat atau tampak pucat?;
- b. Apakah orang tersebut berkeringat (diaforetik)?;
- c. Apakah kulit memiliki semburat kebiruan (sianosis) di bagian tengah atau tepi?;
- d. Apakah ada bekas luka atau memar?;
- e. Apakah ada sayatan bedah baru atau lama—bukti penyembuhan atau infeksi?;
- f. Apakah ada area kemerahan yang menunjukkan tekanan berkepanjangan?;
- g. Apakah ada perubahan trofik yang menunjukkan insufisiensi arteri?;
- h. Kulit kering, bersisik, kuku tebal dan melengkung ke bawah, rambut rontok?.

3. **Peralatan**

Penting untuk mengamati apakah peralatan medis digunakan dengan benar, seperti masker oksigen yang mungkin tidak digunakan dengan tepat, yang dapat menyebabkan keadaan klinis yang tidak stabil.

4. **Karakteristik Wajah**

Ekspresi wajah dan usaha bernapas dapat memberikan informasi penting. Ekspresi wajah yang menunjukkan stres atau kelelahan serta tanda-tanda seperti pembesaran pupil atau keringat dapat menunjukkan perlunya perubahan dalam pengobatan. Hal-hal yang perlu dilihat pada ekspresi wajah adalah;

- a. Bagaimana ekspresi wajah pasien (cemas, rileks, tertekan?);
- b. Apakah pasien terjaga dan waspada, atau mengalami disorientasi?;
- c. Apakah bibir pasien berwarna merah muda atau sianosis (kebiruan)?;
- d. Apakah pasien melakukan pernapasan bibir yang mengerucut?;
- e. Apakah pasien bernapas berat dengan cuping hidung melebar?

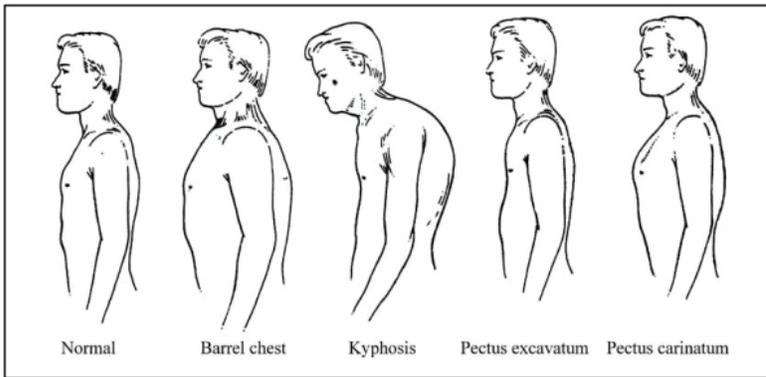
5. **Penilaian Leher**

Aktivitas otot leher selama bernapas dan penampilan pembuluh darah jugular harus dinilai. Pembengkakan pembuluh darah jugular dapat menunjukkan gagal jantung sisi kanan (*cor pulmonale*), sedangkan penebalan otot sternokleidomastoideus dapat menunjukkan kondisi paru kronis.

6. **Penilaian Dada Static (bentuk thorax)**

Pada dada yang dalam keadaan istirahat, perlu dievaluasi simetri, konfigurasi, sudut rusuk, ruang interkostal, dan otot-ototnya. Memeriksa simetri antara sisi kanan dan kiri serta membandingkan diameter AP dan transversal memberikan informasi mengenai kronisitas disfungsi kardiopulmoner dan kondisi patologis yang ada. Misalnya, pada pasien dengan penyakit obstruktif kronis, dada dapat terinflasi berlebih, yang meningkatkan diameter AP (lebih seperti tong). Pasien dengan skoliosis menunjukkan asimetri pada dada. Operasi toraks dengan insisi lateral dapat menyebabkan asimetri akibat rasa sakit dan splinting atau kehilangan paru dan tulang rusuk. Beberapa kelainan kongenital seperti pectus excavatum atau

pectus carinatum penting untuk diamati meskipun biasanya tidak mempengaruhi fungsi paru kecuali jika deformitasnya parah. Sudut rusuk dan ruang interkostal juga harus diperiksa untuk kelainan yang mungkin menunjukkan penyakit kronis. Umumnya, sudut rusuk kurang dari 90 derajat, dan ruang interkostal lebih lebar di bagian belakang daripada di bagian depan. Inflasi berlebih kronis menyebabkan peningkatan sudut rusuk dan pelebaran ruang interkostal di bagian depan.



Gambar 1 Bentuk Dada

7. Pergerakan Dada Dinamis (Pola Pernafasan)

Selain dada dalam kondisi istirahat, penting juga untuk mengevaluasi dada dalam kondisi dinamis, yaitu dengan mengamati pola pernafasan, frekuensi (normalnya 10-20 napas per menit), rasio inspirasi dan ekspirasi, serta simetri gerakan dinding dada. Rasio normal antara inspirasi dan ekspirasi adalah 1:2, tetapi pada individu dengan COPD, rasio ini bisa berkurang menjadi 1:4. Pola pernafasan yang abnormal, seperti pernafasan paradoks, harus dicatat, di mana kontraksi otot perut diperlukan untuk mengeluarkan udara terperangkap dalam paru.

Adapun karakteristik pola pernapasan, sebagai berikut:

- a. Apnea: Tidak ada ventilasi.
- b. Fish-mouth: Apnea dengan gerakan membuka dan menutup mulut secara bersamaan, disertai dengan ekstensi leher dan bradipnea.
- c. Eupnea: Laju, kedalaman, dan ritme pernapasan normal.
- d. Bradipnea: Laju pernapasan lambat, kedalaman dangkal atau normal, ritme teratur; sering terkait dengan overdosis obat.
- e. Tachypnea: Laju cepat, kedalaman dangkal, ritme teratur; sering terkait dengan penyakit paru restriktif.
- f. Hyperpnea: Laju normal, kedalaman meningkat, ritme teratur.
- g. Cheyne–Stokes (periodik): Kedalaman pernapasan meningkat lalu menurun, diikuti dengan periode apnea; ritme agak teratur; terkait dengan pasien yang sangat sakit.
- h. Biot's: Laju pernapasan lambat, kedalaman dangkal, periode apnea, ritme tidak teratur; terkait dengan gangguan sistem saraf pusat seperti meningitis.
- i. Apneustic: Laju pernapasan lambat, inspirasi dalam diikuti dengan apnea, ritme tidak teratur; terkait dengan gangguan batang otak.
- j. Pernapasan Prolonged Ekspirasi: Inspirasi cepat, ekspirasi lambat dan diperpanjang namun laju, kedalaman, dan ritme pernapasan normal; terkait dengan penyakit paru obstruktif.
- k. Orthopnea: Kesulitan bernapas dalam posisi selain tegak.
- l. Hyperventilation: Laju cepat, kedalaman meningkat, ritme teratur; menyebabkan penurunan kadar karbon dioksida arteri, sering disebut pernapasan Kussmaul pada asidosis metabolik; juga terkait dengan gangguan sistem saraf pusat seperti ensefalitis.
- m. Dyspnea Psikogenik: Laju pernapasan normal, interval teratur dengan tanda-tanda menghela napas; terkait dengan kecemasan.

- n. Dyspnea: Laju cepat, kedalaman dangkal, ritme teratur; terkait dengan aktivitas otot aksesori.
- o. Doorstop: Laju dan ritme normal, dihentikan mendadak saat inspirasi terhalang; terkait dengan pleuritis.

8. **Penilaian Suara, Batuk, dan Produksi Dahak**

Evaluasi suara pasien juga merupakan penilaian terhadap sesak napas saat berbicara. Ketika berbicara terhenti untuk bernapas, pasien digambarkan mengalami dispnea fonasi. Kekuatan batuk juga perlu dievaluasi, termasuk efektivitas dan produksi sekresi dari batuk tersebut. Beberapa karakteristik penting untuk mengevaluasi batuk adalah kekuatan, kedalaman, dan durasi batuk. Selain itu, sekresi harus dievaluasi berdasarkan jumlah, warna, bau, dan konsistensi. Bau mulut juga harus dievaluasi, karena bau busuk dapat menunjukkan infeksi anaerobik di mulut atau saluran pernapasan.

Karakteristik Batuk dan interpretasi patologisnya, sebagai berikut:

- a. Nonspecific: Tenggorokan sakit, hidung berair, mata berair–infeksi saluran pernapasan akut; trakeobronkitis.
- b. Produktif: Dimulai dengan batuk tidak produktif yang menyakitkan, terkait dengan infeksi saluran pernapasan atas – Pneumonia lobar.
- c. Kering atau Produktif: Bronkitis akut – Bronkopneumonia.
- d. Paroksismal; dahak mukoid atau berdarah: Sindrom mirip flu – Pneumonia Mycoplasma atau virus.
- e. Dahak purulen: Dahak sebelumnya mukoid – Eksaserbasi akut bronkitis kronis.
- f. Produktif lebih dari 3 bulan berturut-turut dan setidaknya 2 tahun: Bronkitis kronis.
- g. Dahak purulen berbau, banyak, berlapis: Masalah jangka panjang – Bronkiektasis.
- h. Dahak bercak darah: Bertahan sebulan – Tuberkulosis atau infeksi jamur.

- i. Persisten, tidak produktif: Pneumonitis, fibrosis interstitial, infiltrat paru.
- j. Persisten, sedikit produktif: Riwayat merokok, faring yang terinfeksi – “Batuk perokok.”
- k. Nonspecific; sedikit hemoptisis: Penyakit jangka panjang – Penyakit neoplastik.
- l. Tidak produktif: Penyakit jangka panjang; sesak napas – Neoplasma mediastinal.
- m. Brassy: Aneurisma aorta.
- n. Batuk hebat: Tiba-tiba; dimulai bersamaan dengan tanda-tanda sesak napas; wheezing lokal – Aspirasi benda asing.
- o. Dahak berbusa: Memburuk saat berbaring; sesak napas – Gagal jantung, edema paru.
- p. Hemoptisis: Tiba-tiba; disertai sesak napas; efusi pleura – Infark paru.

9. Penampilan Ekstremitas

Pengamatan pada jari tangan, kaki, dan betis perlu dilakukan untuk mendeteksi adanya masalah jangka panjang dengan sirkulasi dan oksigenasi. Pembesaran ujung jari (clubbed fingers) menunjukkan hipoksia jaringan kronis, yang sering ditemukan pada penyakit yang menyebabkan hipoksemia. Sianosis pada bantalan kuku juga dapat menunjukkan disfungsi kardiopulmoner atau berkurangnya sirkulasi akibat dingin, vasospasme, penyakit pembuluh darah perifer, atau penurunan curah jantung. Perubahan warna biru atau ungu pada betis dapat menunjukkan insufisiensi vaskular perifer.



Gambar 2 Clubbing Finger

E. Vital Sign

Pemantauan tanda vital sangat penting untuk menilai status dasar pasien serta respons mereka terhadap perubahan posisi, mobilisasi, dan latihan. Pengukuran utama seperti tekanan darah (TD), denyut jantung (HR), laju pernapasan (RR), dan saturasi oksigen (SpO_2) memberikan informasi langsung tentang kondisi fisiologis pasien. Mengingat sensitivitasnya terhadap faktor lingkungan dan internal, menciptakan lingkungan yang tenang dan santai sangat penting untuk mendapatkan pembacaan yang akurat.

1. Denyut Nadi (Heart Rate–HR)

Denyut jantung memberikan informasi penting tentang respons pasien terhadap aktivitas dan kestabilan mereka saat beristirahat.

- Denyut Nadi Radial: Biasanya diukur dengan menempatkan dua atau tiga jari sedikit ke lateral tendon fleksor di sisi radial pergelangan tangan. Tekanan ringan diberikan sampai nadi teraba, kemudian dihitung selama 15 detik dan dikalikan dengan 4 untuk mengetahui jumlah detak per menit.
- Denyut Nadi Karotis: Lebih disukai untuk pasien yang dalam posisi telentang atau pingsan, karena lebih kuat dan mudah diakses daripada denyut radial. Biasanya dihindari

pada pasien yang sedang berolahraga karena risiko respons vasovagal.

- Denyut Nadi Perifer: Digunakan ketika dicurigai ada insufisiensi arteri perifer, namun mungkin kurang dapat diandalkan. Penggunaan Doppler ultrasound lebih akurat untuk mengukur sirkulasi perifer.

2. Laju Pernapasan (RR)

RR dinilai dengan mengamati pergerakan dinding dada atau perut. Penting agar pasien tidak menyadari bahwa pengukuran sedang dilakukan, karena hal ini bisa mempengaruhi pola pernapasan mereka. Terapis sebaiknya menghindari meletakkan tangan di dinding dada atau perut untuk mencegah mempengaruhi pengukuran RR.

3. Saturasi Oksigen dengan Pulse Oximetry (SpO₂)

SpO₂ diukur menggunakan pulse oximeter yang dipasang di telinga, jari, atau lokasi perifer lainnya. Ini menunjukkan persentase hemoglobin yang terikat dengan oksigen. Meskipun SaO₂ (pengukuran langsung dari gas darah arteri) lebih akurat, SpO₂ lebih tidak invasif dan mudah diperoleh, namun rentan terhadap kesalahan seperti:

- Pemasangan probe yang tidak tepat atau pergerakan probe
- Sirkulasi perifer yang buruk atau peningkatan pigmentasi
- Ketidakesesuaian antara denyut nadi yang diukur oleh oximeter dan denyut nadi yang teraba, yang dapat menunjukkan ketidakakuratan. Margin kesalahan biasanya $\pm 3-2\%$ antara %85 dan %100, dengan kesalahan lebih besar pada tingkat saturasi yang lebih rendah.

4. Tekanan Darah (TD)

Pengukuran TD sederhana dan murah, serta memberikan informasi berharga tentang kemampuan pasien untuk menangani beban fisik.

- a. Prosedur: Lengan pasien yang telanjang harus diletakkan dengan telapak tangan menghadap ke atas dan posisi lengan pada tingkat jantung. Setelah 5 menit istirahat, manset sphygmomanometer dipasang 2-3 cm di atas lipatan siku, dengan diafragma stetoskop ditempatkan di fossa antecubital.
- b. Pengukuran: Manset diperbesar hingga sekitar 160 mmHg atau 30 mmHg di atas tekanan sistolik yang diperkirakan, kemudian tekanan perlahan-lahan dilepaskan sambil mendengarkan untuk:
 - Tekanan Sistolik: Ketika terdengar suara ketukan yang jelas dan berulang.
 - Tekanan Diastolik: Ketika suara ketukan menghilang.
- c. Catatan Tambahan: Jika pengukuran melebihi 140/90 mmHg, disarankan untuk mengukur ulang TD setelah 10 menit istirahat. Kecemasan atau stres dapat meningkatkan pembacaan TD pada kunjungan klinik pertama.
- d. Untuk Pasien Hipertensi: Manset perlu diperbesar di atas tekanan sistolik mereka, dengan tekanan manset dijaga serendah mungkin untuk mengurangi ketidaknyamanan.
- e. Pengukuran TD Invasif: Untuk pembacaan yang lebih akurat, terutama pada pasien yang sakit kritis atau yang memiliki tekanan darah rendah, dapat digunakan kateterisasi intra-arterial atau Doppler ultrasound.

Pemantauan tanda vital secara teratur membantu klinisi untuk melacak kemajuan pasien, mengevaluasi respons terhadap perawatan, dan mengidentifikasi perubahan fisiologis yang merugikan yang mungkin memerlukan intervensi.

Tabel 2. Monitoring tanda vital normal

Umur	Denyut Nadi/ menit	Laju Nafas/ menit	Saturasi Oksigen	Tekanan Darah (mmHg)
Bayi	120-160/menit	30-60/menit	100	Sistol:74-100 Diastol: 50-70
Remaja	60-90/menit	12-16/menit	100	Sistol:94-140 Diastol: 62-88
Dewasa	60-100 /menit	12-16/menit	95-100	Sistol: <120 Diastol: <80

F. Auskultasi

Teknik Auskultasi adalah langkah penting untuk mendengarkan suara pernapasan dan mengidentifikasi kondisi patologis pada sistem pernapasan pasien. Berikut adalah cara melakukan teknik auskultasi dengan benar:

1. Penjelasan kepada Pasien

- Jelaskan teknik auskultasi kepada pasien dengan cara yang sederhana dan mudah dipahami (gunakan istilah yang mudah dimengerti).
- Pastikan pasien tahu apa yang akan dilakukan dan apa yang diharapkan selama proses auskultasi.

2. Posisi Pasien

- Jika memungkinkan, posisikan pasien dalam posisi tegak (duduk atau berdiri).
- Pastikan pakaian pasien dilepas atau dilapisi dengan kain penutup untuk memudahkan akses ke titik-titik auskultasi bagian anterior, lateral, dan posterior tubuh (baik di depan, samping, maupun belakang).
- Penjelasan yang jelas dan pelapisan pakaian yang sesuai sangat penting, terutama saat melakukan auskultasi pada pasien wanita.

3. Instruksi kepada Pasien

- Instruksikan pasien untuk mengambil napas “dalam-dalam” melalui mulut dan perhatikan pernapasannya.
- Biarkan pasien beristirahat secara berkala setelah 5 hingga 10 tarikan napas, tergantung pada toleransi pasien.

Contoh Instruksi kepada Pasien Selama Auskultasi:

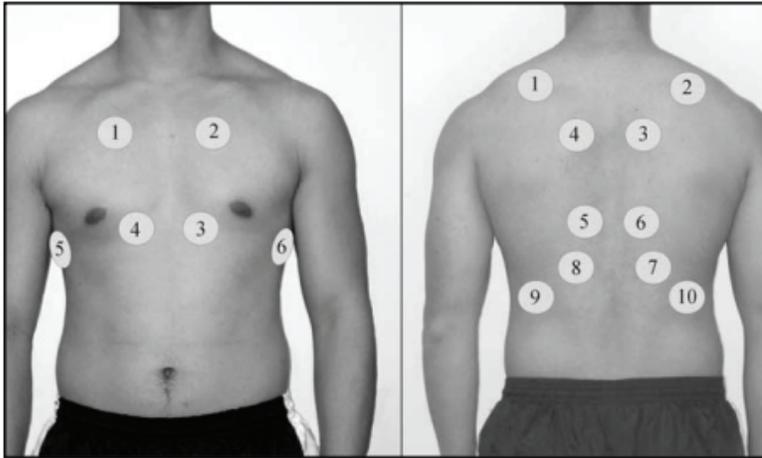
- “Saya akan mendengarkan bagaimana udara bergerak masuk dan keluar dari paru-paru Anda menggunakan stetoskop saya.”
- “Saya akan menempatkan stetoskop di beberapa tempat di bagian depan dan belakang dada Anda, dan saya ingin Anda menarik napas dalam-dalam melalui mulut saat saya mendengarkan.”
- “Jika Anda merasa pusing, mual, atau merasakan sensasi yang aneh, beri tahu saya dan saya akan memberikan waktu untuk Anda beristirahat sebelum melanjutkan.”
- Instruksi ini bertujuan untuk membuat pasien merasa lebih nyaman dan memahami prosedur yang akan dilakukan, serta memastikan adanya komunikasi yang jelas jika mereka merasa tidak nyaman.

4. Posisi Stetoskop dan Teknik Auskultasi

- Pegang stetoskop dengan benar dan pastikan diafragma stetoskop menempel pada kulit dinding dada pasien.
- Tempatkan diafragma stetoskop pada titik auskultasi paling atas di bagian anterior tubuh (depan dada).
- Dengarkan satu siklus pernapasan lengkap (inspirasi dan ekspirasi) di titik auskultasi pertama.
- Setelah itu, pindah ke sisi tubuh yang berlawanan (kontralateral), kemudian turun secara bertahap dari sisi ke sisi untuk mendengarkan siklus pernapasan lengkap di setiap titik auskultasi.

5. Lokasi Auskultasi

Auskultasi dilakukan di 4 titik bagian anterior (depan), 2 titik di sisi lateral (samping), dan 10 titik di bagian posterior (belakang). Biasanya dilakukan dalam urutan anterior terlebih dahulu, lalu lateral, dan terakhir posterior.



Gambar 3 Titik Auskultasi

Saat melakukan auskultasi perlu memperhatikan hal berikut ini:

- Auskultasi cukup rendah untuk mendengar di atas dasar paru-paru bagian belakang.
- Dengarkan seluruh siklus pernapasan di setiap titik auskultasi.
- Biarkan pasien beristirahat setelah setiap 5 hingga 10 napas.
- Tidak melakukan auskultasi melalui di lapisi pakaian.
- Tidak melakukan auskultasi di area tulang—misalnya, skapula, tulang belakang.
- Tidak auskultasi terlalu rendah di atas ginjal.
- Jangan biarkan selang stetoskop bergesekan dengan pasien, diri Anda, atau furnitur—misalnya, pegangan tempat tidur.

6. Suara napas

Terdapat ketidaksepakatan mengenai istilah yang digunakan untuk mengidentifikasi suara paru yang didengar saat auskultasi. Namun, suara paru dapat dibagi menjadi dua jenis: suara napas normal dan suara napas adventitus.

Suara napas normal adalah suara napas yang normal yang dapat didengar dengan stetoskop. Suara ini digambarkan sebagai vesikular, yaitu suara yang lembut dan bernada rendah yang terdengar terutama selama inspirasi. Selama ekspirasi, suara vesikular rendah minimal dan hanya terdengar pada sepertiga pertama ekspirasi. Suara ekspirasi mengalir langsung dari suara inspirasi tanpa ada jeda di antara keduanya. Suara napas yang berbeda dapat auskultasi pada bagian yang berbeda dari cabang trakeobronkial, yang juga merupakan hal yang normal.

Suara napas bronkial, yang digambarkan sebagai suara tubular, adalah suara yang keras, bernada tinggi dengan durasi inspirasi dan ekspirasi yang hampir sama. Selain itu, terdapat jeda antara komponen inspirasi dan ekspirasi. Jenis suara napas “normal” ketiga yang dapat didengar adalah di pertemuan bronkus utama dengan bronkus segmental, yang disebut suara napas bronkovesikular.

Suara bronkovesikular adalah versi yang lebih lembut dari suara bronkial, namun berbeda hanya pada kenyataan bahwa suara ini bersambung antara inspirasi dan ekspirasi. Secara posterior, suara bronkovesikular biasanya hanya terdengar di antara skapula.

Suara-suara normal ini dihasilkan dari turbulensi aliran udara di saluran napas. Dipercaya bahwa komponen inspirasi suara vesikular dihasilkan secara regional di dalam setiap paru dan mungkin juga di setiap lobus. Komponen ekspirasi dipercaya dihasilkan di saluran napas yang lebih besar. Fakta bahwa aliran udara diarahkan menjauh dari dinding dada saat ekspirasi bisa menjelaskan mengapa suara tersebut memudar saat ekspirasi dan

alasan mengapa hanya sepertiga pertama ekspirasi yang dapat terdengar.

Tabel 2. Suara Nafas normal

Pernapasan	Sifat Nafas	Lokasi	Siklus Pernafasan
Vesikuler	Lembut dan berfrekuensi rendah	Ditemukan di sebagian besar lapangan paru, terutama di area perifer	Suara ini terdengar selama inspirasi dan awal ekspirasi , tanpa jeda antara kedua fase. Ini adalah suara pernapasan yang paling umum ditemukan pada individu sehat.
Bronkovesikuler	Campuran antara suara vesikuler dan bronkial, dengan frekuensi dan intensitas sedang	Ditemukan di sekitar bronkus utama, terutama pada individu yang bertubuh ramping	Suara ini terdengar selama inspirasi dan ekspirasi , tanpa jeda antara kedua fase. Biasanya terdengar di area sekitar sternum bagian atas atau di antara skapula.
Bronkial	Kasar, berongga, dan berfrekuensi tinggi	Ditemukan di sekitar trakea dan bronkus utama	Suara ini terdengar selama inspirasi dan ekspirasi , dengan adanya jeda antara inspirasi dan ekspirasi. Jeda ini memberikan suara yang berbeda dibandingkan dengan suara pernapasan normal lainnya.

7. Suara nafas patologis

Kondisi patologis di paru dapat mengubah transmisi suara. Peningkatan kepadatan jaringan paru menyebabkan peningkatan

transmisi suara. Inilah alasan mengapa suara napas bronkial bisa terdengar di area selain bronkus utama ketika ada kondisi patologis yang menyebabkan konsolidasi. Penurunan kepadatan jaringan paru, seperti pada paru yang emfisematus, akan menyebabkan penurunan transmisi suara. Penurunan transmisi suara juga terjadi jika hanya napas dangkal yang diambil atau jika jarak transmisi antara saluran napas dan stetoskop meningkat (seperti pada obesitas, efusi pleura, atau dada barrel).

Ketika diduga ada kondisi patologis pada paru karena peningkatan atau penurunan transmisi suara, langkah evaluasi lebih lanjut harus diambil. *Egofoni*, *bronchophony*, dan *whispering pectoriloquy* adalah tiga teknik untuk menilai transmisi suara yang abnormal. Meminta pasien untuk mengatakan “99” atau “E” atau berbisik adalah tiga teknik yang dapat digunakan untuk menilai suara yang ditransmisikan secara abnormal. *Egofoni* terjadi ketika pasien diminta mengucapkan “E” secara keras, namun suara yang didengar saat auskultasi di dada adalah “A”. *Bronchophony* terjadi ketika pasien diminta mengucapkan “99” dan kata-kata tersebut terdengar jelas di seluruh dada. *Whispering pectoriloquy* terjadi ketika pasien diminta untuk berbisik, dan kata-kata yang dibisikkan terdengar jelas dan dengan jelas melalui stetoskop. Kekuatan relatif dari masing-masing suara yang auskultasi dengan teknik-teknik ini menunjukkan tingkat konsolidasi atau hiperinflasi pada paru yang mendasarinya; suara yang lebih kuat dan keras terdengar pada penyakit konsolidasi, sementara suara yang lebih lemah dan lebih lembut terdengar pada hiperinflasi.

Tabel 3. Suara Nafas Abnormal

Pernapasan	Lokasi	Kondisi Patologi
Brokhal	Terdengar di luar area trakea atau bronkus utama, terutama di daerah perifer paru,	adanya konsolidasi paru (misalnya, pada pneumonia atau infeksi lainnya) atau kolaps paru bagian tertentu

Suara Berkurang atau Tidak Terdengar	Suara yang berkurang atau hilang sepenuhnya dapat disebabkan oleh adanya cairan atau udara di dalam rongga pleura.	Pada efusi pleura, hemotoraks (darah di rongga pleura), pneumotoraks (udara di rongga pleura), atau kondisi paru seperti emfisema dan paru yang terkontus. Pada individu yang obesitas atau usia lanjut, pernapasan mungkin lebih sulit terdengar karena ketebalan jaringan atau penurunan elastisitas paru.
--------------------------------------	--	--

8. Suara Paru Adventitious

Suara paru adventitious adalah suara abnormal yang hanya dapat didengar dengan stetoskop. Suara ini dapat dibagi menjadi dua kategori: suara paru terus-menerus dan suara paru terputus-putus. *American Thoracic Society* dan *American College of Chest Physicians (ATS-ACCP) Ad Hoc Subcommittee on Pulmonary Nomenclature* lebih lanjut mengklarifikasi suara terus-menerus sebagai wheeze (sebelumnya disebut rhonchi) dan suara paru terputus-putus sebagai crackles (sebelumnya disebut rales).

Wheeze adalah suara paru adventitious yang terus-menerus dengan nada konstan dan durasi yang bervariasi. Suara ini paling sering terdengar saat ekspirasi dan terkait dengan obstruksi saluran napas. Beberapa klinisi masih menggunakan istilah *rhonchi* untuk menggambarkan suara paru adventitious yang bernada rendah. Namun, ATS-ACCP merekomendasikan untuk menyebut semua suara paru adventitious yang terus-menerus sebagai *wheeze* dan menyebutkan apakah suara tersebut bernada tinggi atau rendah. Saat menggambarkan *wheeze*, sangat penting untuk mendokumentasikan waktu terjadinya (inspirasi atau ekspirasi) karena ini dapat membantu membedakan kondisi patologis. *Wheeze* saat ekspirasi lebih sering terjadi dan sering dikaitkan dengan konstiksi saluran napas, seperti yang ditemukan pada bronkospasme atau ketika sekresi mempersempit saluran napas. *Wheeze* saat inspirasi tidak

terlalu umum dan menunjukkan obstruksi saluran napas yang lebih parah. *Wheeze* dapat berkurang atau berubah nadanya sebagai hasil dari pengobatan bronkodilator. Suara monofonik yang terus-menerus terdengar di saluran napas atas pada pasien dengan obstruksi saluran napas atas (seperti ketika kacang tanah tersangkut di bronkus atau gangguan epiglotis terjadi) disebut stridor dan berbeda dari *wheeze* normal dalam intensitas dan nadanya.

Crackles adalah suara paru adventitious terputus-putus yang terdengar seperti suara gelembung udara pecah atau suara berkedut yang pendek dan terpisah. *Crackles* juga dikenal sebagai rales, dan keduanya digunakan secara bergantian dalam terminologi tradisional, meskipun terminologi saat ini menggunakan *crackles* lebih sering daripada rales. *Crackles* pada umumnya teridentifikasi berdasarkan dua kategori: *crackles* halus dan *crackles* kasar.

- *Crackles* halus adalah suara tinggi, pendek, dan rapat yang terdengar pada akhir inspirasi. Suara ini berhubungan dengan penyakit interstitial paru atau efusi pleura.
- *Crackles* kasar adalah suara rendah, lebih berirama, dan terdengar lebih lama yang terjadi lebih awal dalam inspirasi atau ekspirasi. *Crackles* kasar terjadi pada kondisi dengan sekresi paru yang lebih banyak dan obstruksi saluran napas besar seperti pada bronkitis kronis atau bronkiektasis.

Seiring berjalannya waktu, *crackles* bisa menjadi lebih teratur dan bisa mendukung diagnosis penyakit paru spesifik seperti fibrosis paru atau penyakit interstitial lainnya. Perubahan dalam *crackles* ini dapat digunakan untuk memantau perubahan klinis dalam status perawatan pasien.

Tabel 4. Suara Nafas Adventitus

Jenis Nafas	Tipe Suara	Nada Nafas	Kondisi Patologi
<i>Crakles</i>	Diskontinyu	Kasar (sedang atau rendah)	Retensi sekresi (misalnya, pada bronkitis atau infeksi saluran pernapasan)
		Halus (tinggi) – kadang terdengar pada individu sehat	Atelectasis (paru yang mengempis); Fibrosis pulmonalis interstitial; Kadang-kadang terdengar pada individu sehat
<i>Wheeze</i>	Kontinyu	Tinggi dan/ atau sedang; bisa bersifat monofonik (satu nada) atau polifonik (beberapa nada)	Bronkospasme (misalnya, pada asma) Edema pulmonal kardiogenik Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)
		Rendah; bisa bersifat monofonik atau polifonik	Retensi sekresi di saluran napas besar (misalnya, pada bronkitis atau infeksi saluran napas atas)

9. Titik Auskultasi

Tabel 5 Titik Auskultasi dan contoh pencatatan

Tanda Anatomi	Contoh Pencatatan
Empat titik anterior	
Dua titik lateral di batas bawah manubrium	ULs atau lapangan paru atas secara anterior
Dua titik superior dan lateral di batas bawah sternum	RML atau lingula, atau lapangan paru tengah secara anterior
Dua titik lateral	
Dua titik pada garis mid-aksila setinggi iga keempat hingga kelima	LLs pada garis mid-aksila
Sepuluh titik posterior	

Tanda Anatomi	Contoh Pencatatan
Dua titik di atas garis tengah skapula	Lapangan paru atas secara posterior
Dua titik lateral di tulang belikat setinggi T3	Lapangan paru atas secara posterior
Dua titik lateral di sudut bawah skapula setinggi T7	Lapangan paru tengah secara posterior
Dua titik lateral setinggi T10	Lapangan paru bawah secara posterior atau basis
Dua titik sedikit lebih rendah dan lateral di atas basis paru	Lapangan paru bawah secara posterior atau basis

Keterangan Singkatan:

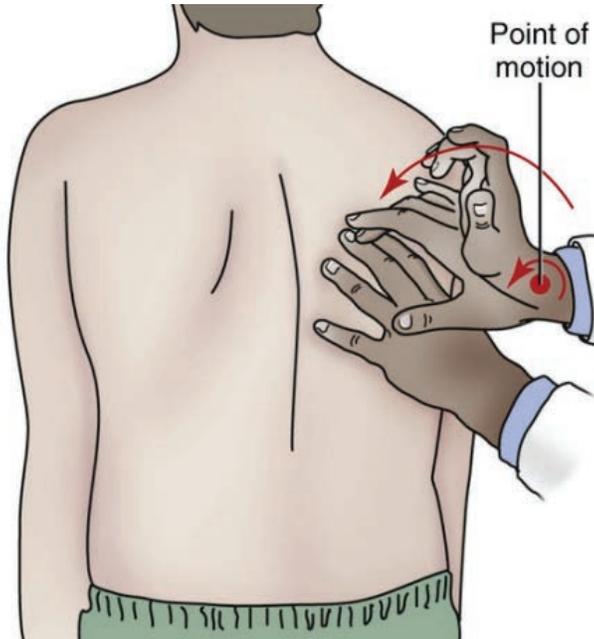
- LLs: Lower lobes (lobus bawah)
- RML: Right middle lobe (lobus tengah kanan)
- T3: Vertebra toraks ketiga
- T7: Vertebra toraks ketujuh
- T10: Vertebra toraks kesepuluh
- ULs: Upper lobes (lobus atas)

G. Perkusi

Perkusi mediate adalah komponen terakhir dalam pemeriksaan dada dan dilakukan untuk mengevaluasi lebih lanjut temuan abnormal, terutama perubahan densitas paru-paru. Selain itu, perkusi juga bermanfaat untuk menilai sejauh mana pergerakan diafragma. Perkusi menghasilkan suara yang dapat diinterpretasikan oleh pemeriksa yang terampil untuk membedakan cairan, udara, atau material padat di dalam rongga dada

Prosedur perkusi dilakukan dengan menempatkan jari tengah dari salah satu tangan secara datar di dinding dada pada ruang antar tulang rusuk (biasanya menggunakan tangan nondominan), sementara jari-jari lainnya diangkat dari dinding dada. Tangan yang lain diposisikan dengan pergelangan dalam fleksi dorsum, bertindak sebagai titik tumpu, dengan gerakan maju-mundur yang cepat

sehingga ujung jari tengah tangan dominan mengetuk jari tengah tangan nondominan yang berada di dinding dada. Perkusi biasanya dilakukan dari arah atas ke bawah (sefalokaudal) secara bergantian antara sisi kiri dan kanan, baik di bagian depan maupun belakang tubuh.



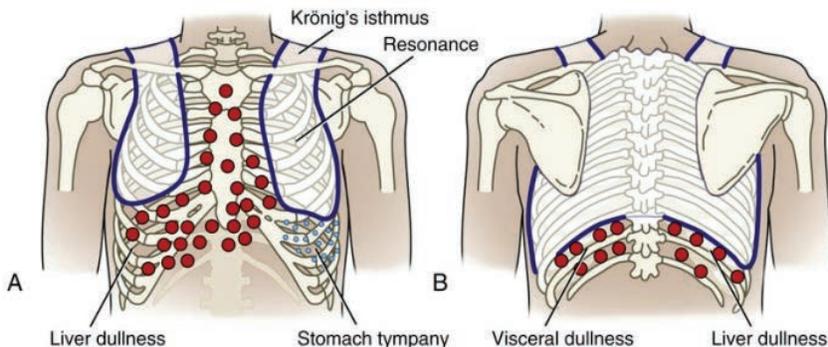
Gambar 4 Perkusi area di dada dengan bunyi normal, timpani, dan redup

Terdapat tiga jenis bunyi yang umumnya dihasilkan melalui perkusi:

1. Bunyi normal: Dihasilkan ketika jaringan paru-paru normal diperkusi, menghasilkan resonansi yang normal.
2. Bunyi redup/dull: Dihasilkan ketika perkusi dilakukan di atas jaringan yang padat, seperti hati atau jaringan padat lainnya (misalnya pada konsolidasi atau tumor), dan sering digambarkan sebagai bunyi “dull.” Suara perkusi yang tumpul merupakan indikasi kepadatan paru yang abnormal. Kemungkinan indikasi: atelektasis, tumor, efusi pleura, pneumonia lobaris

3. Bunyi timpani/hiperresonansi: Bunyi ini terdengar nyaring, panjang, dan berongga, biasanya terdengar di atas lambung kosong atau dada yang mengalami hiperinflasi. Hiperresonansi pada perkusi menunjukkan terlalu banyak udara yang terdapat di dalam jaringan paru-paru. Kemungkinan menunjukkan: Emfisema atau pneumothoraks.

Ekskursi Diafragma juga dapat dinilai melalui perkusi. Pasien harus berada dalam posisi duduk dengan punggung terpapar untuk mengevaluasi ekskursi diafragma. Perkusi dilakukan dari puncak paru-paru hingga dasar paru-paru saat pasien bernapas dengan tenang, dan sebuah garis yang mengukur titik pemisahan antara resonansi dan tumpul digambar di sisi kiri dan kanan. Setelah garis ini digambar, terapis meminta pasien untuk mengambil inspirasi maksimal dan menahan napas. Pada saat ini, terapis melanjutkan perkusi dari garis tersebut ke bawah untuk menentukan lokasi titik baru antara tumpul dan resonansi, lalu menggambar garis kedua. Jarak antara kedua garis tersebut adalah jarak ekskursi diafragma. Ekskursi normal berkisar antara 3 hingga 5 cm, namun dapat sangat berkurang pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronik karena hiperinflasi dada dan diafragma yang datar.



Gambar 16-26. Bunyi normal resonansi pada pola dada (A) Anterior; (B) Posterior, Area bunyi tumpul (pada titik merah) dan area timpani (titik biru)

Evaluasi densitas pada area thorax:

1. Teknik densitas *liver dullness* dapat menerapkan aturan “5-7-9”, yakni:
 - Batas atas dari redupnya hati ditentukan oleh: Ruang interkostal ke5- di garis midclavicular, ruang interkostal ke 7 di garis midaksilaris, ruang interkostal ke9- di garis skapula
 - Catatan: ruang interkostal ke9- terletak kira-kira di batas bawah skapula bagian posterior
 - Apabila Hiperresonansi yang berlanjut di bawah batas-batas ini dapat menunjukkan adanya hiperinflasi (misalnya emfisema).
2. *Cardiac dullness* (Ketumpulan jantung)
Mampu mengidentifikasi area redup jantung “mutlak”—area seukuran kepalan tangan tepat di sebelah kiri tulang dada. Jika tidak ada, itu menandakan emfisema
3. *Traube’s space/Stomach tympany* (Ruang Traube)
 - Batas permukaan terdiri dari ; Batas atas pada tulang rusuk kiri ke6-; Batas bawah pada atas kosta kiri; dan Batas lateral pada garis aksila anterior.
 - Ruang Traube bersifat hiperresonansi karena letak gelembung lambung,
 - Apabila terjadi kehilangan hipersonansi ini dapat dilihat pada kondisi: efusi pleura kiri (namun bukan pada pneumonia lobus bawah kiri tanpa efusi karena efusi tersebut jatuh ke reses kostofrenikus yang berada di atas gelembung lambung); splenomegali (kurang dapat diandalkan dibandingkan dengan Tanda Castell); usus besar sangat penuh; kondisi perut sudah kenyang.

H. Palpasi

Palpasi adalah teknik penilaian yang digunakan untuk memperjelas informasi yang sebelumnya diperoleh dari tinjauan rekam medis,

inspeksi, dan auskultasi. Tujuan palpasi meliputi evaluasi mediastinum (untuk mendeteksi pergeseran trakea), pergerakan dada, nyeri dinding dada, fremitus, aktivitas otot dinding dada dan diafragma, serta status sirkulasi.

1. Evaluasi Mediastinum (Posisi Trakea)

Penilaian mediastinum bertujuan untuk mengidentifikasi pergeseran trakea akibat ketidakseimbangan tekanan intratoraks atau volume paru-paru antara kedua sisi toraks. Pergeseran isi toraks dapat mengarah ke sisi yang terdampak jika volume paru atau tekanan intratoraks di sisi tersebut menurun. Kondisi ini dapat terjadi setelah lobektomi, pneumonektomi, atau atelectasis berat. Sebaliknya, isi toraks dapat bergeser ke sisi yang tidak terdampak (kontralateral) jika terdapat peningkatan tekanan di sisi yang sama, seperti pada efusi pleura, tumor, atau pneumotoraks yang tidak diobati.

Palpasi untuk mendeteksi pergeseran ini dilakukan saat pasien duduk tegak dengan leher sedikit fleksi untuk melemaskan otot sternokleidomastoideus, dan dagu berada di garis tengah. Teknik palpasi dimulai dengan ujung jari telunjuk ditempatkan pada *suprasternal notch*. Pertama, jari ditempatkan secara medial ke sendi sternoklavikula kiri dan didorong ke arah tulang belakang servikal. Kemudian, proses ini diulang dengan jari ditempatkan secara medial ke sendi sternoklavikula kanan dan didorong ke arah tulang belakang servikal.

Ketika terjadi pergeseran signifikan ke sisi yang tidak terdampak, biasanya diperlukan penanganan agresif. Jika pergeseran disebabkan oleh pneumotoraks, pemasangan *chest tube* biasanya dilakukan segera. Pada kasus efusi pleura yang parah prosedur *thoracentesis* mungkin dilakukan untuk mengeluarkan cairan, mengevaluasi isi cairan, atau keduanya. Jika pergeseran mediastinum mengarah ke sisi yang terdampak pada pasien pasca lobektomi atau pneumonektomi, pasien harus

diberi peringatan untuk tidak berbaring di sisi yang terdampak, karena hal ini dapat memperburuk pergeseran mediastinum.

2. Evaluasi gerakan dada

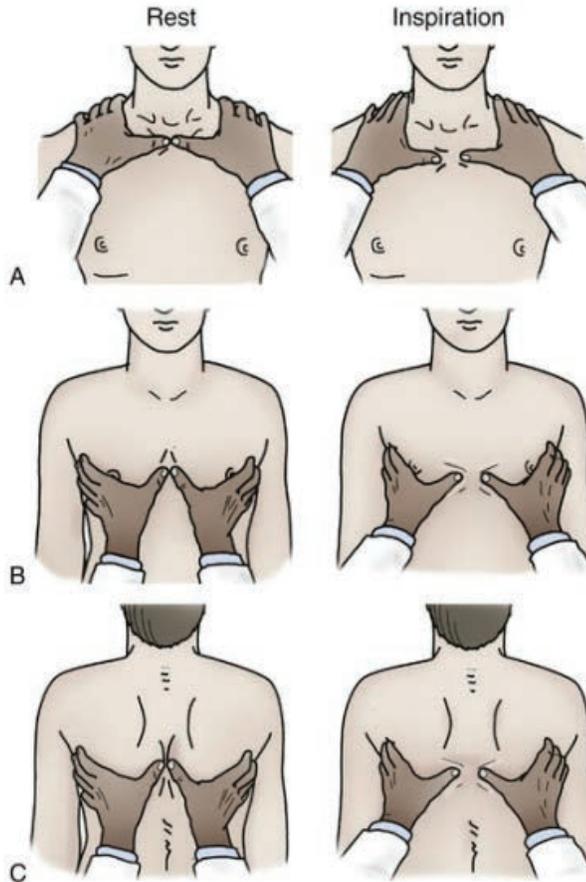
Palpasi dilakukan secara segmental untuk membandingkan pergerakan dinding dada pada lobus atas, tengah, dan bawah saat pasien bernapas secara normal maupun dengan napas dalam. Komponen penting yang dinilai meliputi jumlah pergerakan tangan, keberadaan atau tidaknya simetri pergerakan, serta waktu pergerakan.

Evaluasi pergerakan dinding dada bagian atas dilakukan dengan menempatkan telapak tangan terapis di bagian depan dinding dada, dari iga keempat ke arah atas. Jari-jari direntangkan ke atas hingga melewati trapezius, dan ibu jari ditempatkan sejajar di garis tengah dada. Jika diperlukan, kulit dada pasien dapat dimobilisasi agar telapak tangan dapat diposisikan dengan ibu jari saling menyentuh. Pasien diminta menarik napas maksimal, dan tangan terapis dibiarkan bergerak mengikuti pergerakan dinding dada. Penting untuk mencatat sejauh mana pergerakan terjadi dan apakah pergerakannya simetris.

Evaluasi pergerakan dinding dada pada lobus tengah kanan dan segmen lingula dari lobus atas kiri dilakukan dengan menempatkan jari terapis di bagian lateral dan melewati lipatan aksila posterior, sementara telapak tangan menekan dinding dada bagian depan. Kulit dada kemudian digeser ke arah medial hingga ibu jari saling bertemu di garis tengah. Pasien diminta menarik napas maksimal, dan tangan terapis dibiarkan bergerak mengikuti pergerakan lobus di bawahnya. Kembali, sejauh mana pergerakan terjadi dan simetrinya harus didokumentasikan.

Evaluasi pergerakan dinding dada bagian bawah dilakukan dengan posisi punggung pasien menghadap terapis. Jari terapis melingkari lipatan aksila depan, dan kulit digeser ke arah medial hingga ujung ibu jari saling bertemu di tulang belakang. Selama pasien menarik napas maksimal, tangan terapis dibiarkan

bergerak mengikuti pergerakan tulang rusuk. Se jauh mana pergerakan terjadi dan simetrinya juga harus dicatat.



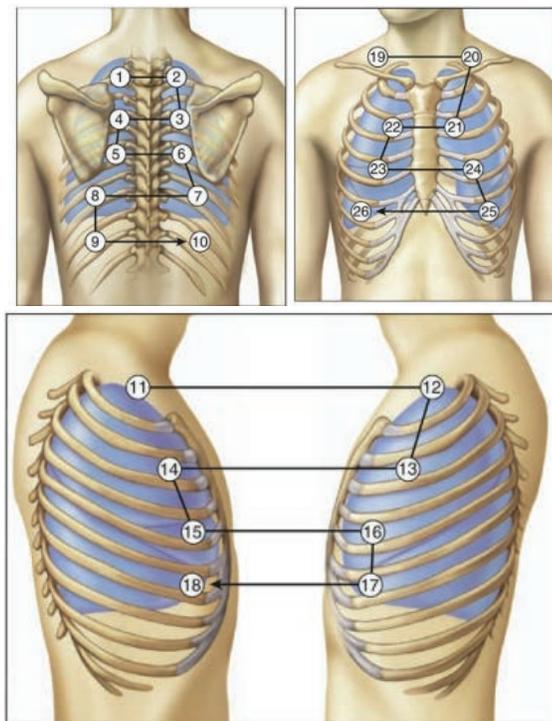
Gambar A, Palpasi gerak pada upper lobus. B, Palpasi gerakan lobus middle kanan dan gerakan lingula lobus kiri. C, Palpasi gerakan lobus bawah. (Redrawn from Cherniack RM, Cherniack L: *Respiration in Health and Disease*, ed 2, Philadelphia, 1972, WB Saunders.)

3. Vokal Fremitus

Vokal fremitus didefinisikan sebagai getaran yang dihasilkan oleh suara atau keberadaan sekret di saluran napas, yang ditransmisikan ke dinding dada dan dirasakan melalui palpasi

tangan. Palpasi fremitus dilakukan dengan menempatkan telapak tangan secara ringan di dinding dada, sementara pasien mengulangi kata tertentu, seperti “99,” untuk membedakan fremitus vokal normal dari fremitus abnormal akibat adanya sekret.

Pada kondisi normal, palpasi akan menunjukkan getaran yang merata di seluruh dinding dada. Peningkatan fremitus menunjukkan adanya peningkatan sekret di area tertentu, sedangkan penurunan fremitus menunjukkan adanya peningkatan udara di area tersebut. Palpasi fremitus sangat penting dilakukan jika auskultasi mengidentifikasi area dengan penurunan suara napas, yang dapat menunjukkan area konsolidasi akibat sekret. Jika fremitus meningkat, kecurigaan terhadap adanya konsolidasi menjadi lebih kuat.



Gambar 5 Titik vocal fremitus

4. Nyeri atau Ketidaknyamanan Dinding Dada

Palpasi juga dapat dilakukan untuk mengevaluasi ketidaknyamanan dinding dada, mencakup seluruh area dinding dada: bagian anterior, posterior, dan lateral toraks. Nyeri muskuloskeletal sering berkembang pada pasien akibat istirahat di tempat tidur dan kurangnya aktivitas, yang sering terkait dengan penyakit sistem kardiopulmoner. Penting untuk membedakan nyeri muskuloskeletal dari nyeri angina, di mana palpasi menjadi alat yang sangat berguna.

Jika nyeri dada meningkat saat inspirasi dalam atau muncul kembali dengan palpasi langsung di titik tertentu, kemungkinan besar nyeri tersebut bukan berasal dari jantung melainkan dari otot rangka. Jika pasien melaporkan nyeri dada selama wawancara dan dapat menunjukkan lokasi pasti nyeri, palpasi perlu dilakukan untuk menilai apakah nyeri tersebut berasal dari muskuloskeletal.

Tabel. perbandingan nyeri dada.

Teknik Evaluasi	Muskuloskeletal	Angina	Pleural
Saat palpasi nyeri bertambah	Ya		
Nyeri meningkat saat beraktivitas, dan berkurang saat beristirahat		Ya	
Nyeri meningkat saat menarik nafas panjang			Ya

5. Evaluasi Sirkulasi

Palpasi nadi di ekstremitas harus dilakukan selama evaluasi awal karena sifat penyakit aterosklerotik yang menyebar. Riwayat faktor risiko dan gejala penyakit arteri membantu menilai kondisi ini. Nyeri iskemik muncul pada jaringan lunak yang dipasok oleh arteri yang mengalami penyakit. Selain wawancara, inspeksi visual untuk perubahan trofik (kehilangan rambut, atrofi otot, kulit kering, atau dalam kasus tertentu gangren kering

atau ulkus) merupakan alat evaluasi yang berharga, terutama untuk pasien dengan oklusi arteri sedang hingga berat. Tes aliran darah, seperti tes hiperemia reaktif, dapat memberikan informasi tambahan mengenai derajat oklusi pada ekstremitas. Dalam tes ini, ekstremitas diangkat secara tajam hingga terjadi pemutihan (*blanching*). Pemutihan lebih cepat terjadi pada ekstremitas dengan oklusi sebagian atau berat dibandingkan ekstremitas normal. Selain itu, palpasi nadi dan suhu kulit dapat dilakukan untuk menilai perfusi pada ekstremitas, kepala, dan leher. Pasien dengan diabetes atau penyakit vaskular perifer sering memiliki nadi yang lemah, terutama pada tangan dan kaki. Pasien dengan gagal jantung sisi kanan dan edema perifer bilateral juga menunjukkan penurunan nadi di kaki dan pergelangan kaki.

Lokasi Palpasi Nadi:

- Arteri brakialis
- Arteri radialis
- Arteri karotis
- Arteri femoralis
- Arteri poplitea (diraba dengan jari kedua tangan)
- Arteri tibialis posterior
- Arteri dorsalis pedis

Kualitas nadi harus dicatat, dan perbandingan dengan nadi ekstremitas yang berlawanan perlu dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan unilateral atau individu. Palpasi nadi dapat sulit dikuantifikasi dan memiliki tingkat ketidakandalan antarklinisi. Oleh karena itu, palpasi nadi sering dilengkapi dengan teknik noninvasif untuk mengukur aliran darah, seperti *Doppler velocimetry*, yang sangat berguna untuk mengidentifikasi individu dengan penyakit arteri asimtomatik atau mereka yang pulsanya sangat lemah.

6. Evaluasi Aktivitas Otot Dinding Dada dan Diafragma

Palpasi merupakan alat yang sangat baik untuk mengevaluasi aktivitas otot aksesori selama pernapasan tenang. Dengan memeriksa otot-otot aksesori, terutama otot skalenus dan trapezius, tingkat kerja pernapasan dapat dinilai. Selain itu, kontribusi diafragma dapat dievaluasi saat pasien berada dalam posisi terlentang.

Pada pernapasan tenang yang normal, diafragma berperan utama dengan gerakan kosta bawah yang seimbang dan ke atas. Palpasi pada dinding dada anterior dengan ibu jari diletakkan di atas margin kosta dan ujung ibu jari bertemu di xifoid memberikan penilaian yang paling akurat terhadap aktivitas diafragma. Saat pasien melakukan inspirasi dalam, tangan pemeriksa seharusnya bergerak menjauh secara simetris dengan diameter sirkumferensial meningkat minimal 2–3 inci.

Tingkat pergerakan ini merupakan bagian penting dalam penilaian ekskursi diafragma. Misalnya, seseorang dengan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) yang signifikan mungkin menunjukkan peningkatan aktivitas otot pernapasan aksesori dan kontribusi diafragma yang berkurang selama pernapasan tenang.

I. Hasil Analisis Gas Darah dan Laboratorium

Pemeriksaan hasil laboratorium dan analisis gas darah merupakan bagian penting dalam evaluasi fungsi kardiorespirasi. Informasi dari pemeriksaan ini membantu fisioterapis dalam memahami status oksigenasi, ventilasi, dan keseimbangan asam-basa tubuh pasien, yang dapat menjadi panduan dalam menyusun rencana intervensi fisioterapi. Hasil pemeriksaan laboratorium dan analisis gas darah menjadi dasar dalam:

1. Menentukan kebutuhan intervensi, seperti latihan pernapasan, postural drainage, atau penggunaan oksigen tambahan.
2. Mengevaluasi respons fisioterapi terhadap status kardiorespirasi.
3. Membantu deteksi dini komplikasi yang memerlukan rujukan lebih lanjut.

Analisis gas darah adalah metode pemeriksaan yang mengevaluasi status oksigenasi, ventilasi, dan keseimbangan asam-basa tubuh. Parameter utama yang dianalisis dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 12. Parameter analisis gas darah

No	Parameter	Fungsi	Nilai Normal	Nilai Abnormal
1	pH	Mengindikasikan status asam-basa tubuh.	7.35–7.45.	pH < 7.35: Asidosis. pH > 7.45: Alkalosis.
2	Tekanan Parsial Oksigen (PaO ₂)	Mengukur kadar oksigen dalam darah arteri	75–100 mmHg.	PaO ₂ < 60 mmHg: Hipoksemia.
3	Tekanan Parsial Karbon Dioksida (PaCO ₂)	Mengukur kadar karbon dioksida dalam darah arteri.	35–45 mmHg.	PaCO ₂ > 45 mmHg: Hiperkapnia. PaCO ₂ < 35 mmHg: Hipokapnia.
4	Bikarbonat (HCO ₃ ⁻):	Menggambarkan komponen metabolik dari keseimbangan asam-basa.	22–26 mEq/L.	
5	Saturasi Oksigen (SaO ₂):	Persentase hemoglobin yang terikat oksigen.	≥95%.	
6	Base Excess (BE)	Mengukur kadar basa yang tersedia dalam tubuh.	-2 hingga +2 mEq/L.	

Interpretasi hasil gas darah membantu fisioterapis menentukan status respirasi pasien:

1. Gangguan Respirasi:
 - *Asidosis Respiratorik*: PaCO₂ meningkat, pH menurun.
 - *Alkalosis Respiratorik*: PaCO₂ menurun, pH meningkat.
2. Gangguan Metabolik:
 - *Asidosis Metabolik*: HCO₃ menurun, pH menurun.
 - *Alkalosis Metabolik*: HCO₃ meningkat, pH meningkat.
3. Kompensasi:
 - *Kompensasi Penuh*: pH normal dengan PaCO₂ atau HCO₃ yang abnormal.
 - *Kompensasi Parsial*: pH abnormal dengan usaha kompensasi dari sistem respirasi atau metabolik.

Tabel 13. Penyebab utama penyakit

Interpretasi gas darah	Penyebab	Kondisi Patologi
Asidosis metabolik	Peningkatan anion gap	<ul style="list-style-type: none"> • Gagal ginjal • Ketoasidosis (diabetes, alkohol, atau kelaparan) • Asidosis laktat • Toksin: Metanol; Etilen glikol; Salisilat; Paraldehida
	Tanpa peningkatan anion gap	<ul style="list-style-type: none"> • Hipokalemik: Asidosis tubulus ginjal (proksimal atau distal) • Normokalemik: Diare; Kekurangan buffer (fosfat atau amonia); Diversi uretra (Ureterosigmoidostomi; Kandung kemih ileal; Ureter ileal • Asidosis hiperkloremik: Penambahan HCl (NH₄Cl, arginin-HCl, lisin-HCl)

Alkalosis metabolik	Responsif terhadap Klorida	<ul style="list-style-type: none"> • Penyebab gastrointestinal: Muntah; Suction nasogastric; Diare yang membuang klorida; Adenoma vilosa kolon • Terapi diuretic • Setelah hiperkapnia • Penggunaan obat: Karbenisilin atau penisilin • Alkali refeeding (alkalosis akibat asupan makanan kembali) • Ingesti alkali
	Tidak Responsif terhadap Klorida	<ul style="list-style-type: none"> • Gangguan adrenal; Hiperaldosteronisme; Sindrom Cushing (Hipofisis. Adrenal, ACTH ektopik) • Steroid eksogen: Glukokortikoid atau mineralokortikoid • Asupan licorice • Obat: Karbenoksolon
Asidosis respiratorik	Depresi Sistem Saraf Pusat	<ul style="list-style-type: none"> • Sedatif • Trauma atau iskemia
	Gangguan Gerakan Paru	<ul style="list-style-type: none"> • Efusi pleura • Pneumotoraks
	Neuromuskular	<ul style="list-style-type: none"> • Miopati (misalnya distrofi otot, kekurangan kalium) • Neuropati (misalnya sindrom Guillain-Barré, polio)
	Pembatasan Rongga Thoraks	<ul style="list-style-type: none"> • Kifoskoliosis • Skleroderma
	Penyakit Paru Kronis atau Akut	<ul style="list-style-type: none"> • Penyakit paru obstruktif kronis (COPD) • Pneumonia berat atau edema paru
	Gangguan Lainnya	<ul style="list-style-type: none"> • Malfungsi ventilator • Henti jantung

Alkalosis respiratorik	Psikologis	<ul style="list-style-type: none"> • Kecemasan
	Hipoksia	<ul style="list-style-type: none"> • Penyakit paru ringan • Emboli paru • Pneumonia
	Disorder Sistem Saraf Pusat (CNS)	<ul style="list-style-type: none"> • Stroke • Tumor • Infeksi
	Hormon dan Kehamilan	<ul style="list-style-type: none"> • Progesteron • Kehamilan
	Ventilator yang diinduksi	<ul style="list-style-type: none"> • Hiperventilasi
	Obat dan Toksin	<ul style="list-style-type: none"> • Salisilat • Overdosis katekolamin atau analeptik

Hasil laboratorium memberikan data klinis yang berharga terkait fungsi kardiorespirasi berdasarkan prosedur sputum dan mikrobiologi. Prosedur klinikal mikrobiologi secara berkala memiliki peran untuk mengisolasi, mengidentifikasi dan kultur bakteri, virus maupun jamur. Berikut warna sputum berbagai kondisi.

Tabel. Warna Sputum

Warna Sputum	Kemungkinan Kondisi
Coklat gelap seperti pasta ikan teri	Abses hati amuba yang pecah ke dalam bronkus
Hijau dengan bau manis	Infeksi <i>Pseudomonas</i>
Seperti susu	Karsinoma bronkoalveolar
Mukopurulen (lendir bercampur nanah)	Bronkiektasis
Merah seperti jeli kismis	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Berpigmen merah	<i>Serratia marcescens</i> ; overdosis rifampisin
Berwarna karat	Pneumonia lobaris
Putih dan mukoid tanpa nanah	Asma
Kuning	Ikterus (Jaundice)

Tabel. Klasifikasi Pneumonia Bakterial

Jenis Organisme	Kondisi yang Berhubungan
GRAM POSITIF	
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Pneumonia yang didapat dari komunitas (<i>community-acquired pneumonia</i>)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pneumonia nosokomial. Berhubungan dengan trauma, trakeostomi, atau usia lanjut
<i>Streptococcus pyogenes</i> (Grup A)	Jarang terjadi, tetapi sering berkembang dengan cepat
<i>Streptococcus agalactiae</i> (Grup B)	Terjadi pada neonatus dan pasien dengan sistem imun lemah
GRAM NEGATIF	
<i>Haemophilus influenzae</i>	Pneumonia yang didapat dari komunitas. Sering terjadi pada anak-anak, penyakit paru kronis, dan pasien fibrosis kistik
<i>Moraxella</i> (Branhamella) catarrhalis	Berhubungan dengan penyakit yang mendasari dan infeksi nosokomial
<i>Enterobacteriaceae</i> (<i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Serratia</i>)	Infeksi nosokomial
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infeksi nosokomial
<i>Acinetobacter</i>	Infeksi nosokomial
Bakteri Anaerob (<i>Peptostreptococcus</i> , <i>Actinomyces</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Bacteroides</i>)	Infeksi nosokomial. Berhubungan dengan aspirasi, pneumonia nekrotikan, dan abses paru

J. Pemeriksaan Chest X-Ray

Chest X-Ray memberikan gambaran statis mengenai kondisi patologis paru-paru dan dinding dada, termasuk:

- Perubahan ruang fungsional paru
- Ruang pleura
- Konfigurasi dinding dada
- Kehadiran cairan
- Ukuran jantung
- Vaskularisasi paru

Dari *Chest X-Ray*, bisa diperoleh informasi mengenai gagal jantung, kardiomiopati, pneumonia, penyakit paru restriktif, efusi pleura, dan kondisi lainnya. Pada pasien dengan gagal jantung atau disfungsi paru akut, rontgen dada bisa dilakukan secara berkala untuk memantau perkembangan penyakit dan efektivitas pengobatan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan tanggal pemeriksaan, terutama jika kondisi pasien berubah-ubah.

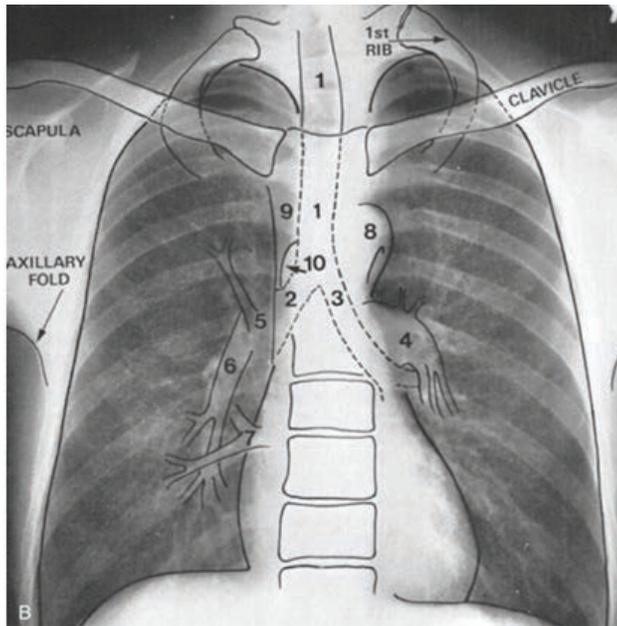
1. Proyeksi atau Sudut Pandang Rontgen Dada

Dua sudut pandang yang paling umum adalah posterior-anterior (PA) dan lateral.

- a. Posteroanterior (PA) view:
 - Pasien berdiri menghadap kaset film
 - Digunakan sebagai pandangan standar
- b. Lateral view:
 - Umumnya kiri lateral, kecuali jika ada patologi di kanan
 - Membantu melokalisasi kelainan karena lobus atas & tengah dapat menutupi lobus bawah pada pandangan PA

Jenis Pandangan Radiografi Tambahan:

- a. Decubitus view: Untuk mendeteksi cairan atau udara dalam paru-paru dengan pasien berbaring miring
- b. Lordotic view: Untuk memeriksa puncak paru (apikal region), terutama pada tuberkulosis
- c. Oblique view: Untuk menilai penebalan pleura, karina, atau pembuluh darah besar dengan pasien berdiri diagonal
- d. Anteroposterior (AP) view:
 - Digunakan di tempat tidur pasien yang tidak bisa dipindahkan ke radiologi
 - Kualitas lebih rendah dibandingkan PA karena perubahan posisi diafragma dan redistribusi aliran darah paru



Gambar. Contoh *chest x-ray*

2. Radiolusen dan Opasitas

Kepadatan jaringan tubuh menentukan tingkat radiolusen dan opasitas pada rontgen.

- Struktur yang lebih padat akan menyerap lebih banyak sinar-X, sehingga tampak lebih putih (radio-opak).
- Struktur yang kurang padat memungkinkan lebih banyak sinar-X melewati tubuh, sehingga tampak lebih hitam (radiolusen).

Urutan Opasitas pada Rontgen Dada:

- Jaringan paru yang normal dan berisi udara lebih banyak memungkinkan sinar-X melewatinya, sehingga tampak lebih hitam (radiolusen).
- Tulang menyerap lebih banyak sinar-X dan tampak lebih putih (radio-opak).
- Benda logam menyerap sinar-X paling banyak dan tampak paling putih.

Pengaruh Eksposur pada Rontgen Dada:

- Overexposed: Menyerap lebih banyak sinar-X, tampak lebih hitam dibandingkan eksposur normal (lebih radiolusen).
- Underexposed: Menyerap lebih sedikit sinar-X, tampak lebih putih dibandingkan eksposur normal (lebih radio-opak).

Radiografi dada dapat digunakan untuk mengevaluasi struktur tulang, jaringan lunak, dan diafragma, serta mendeteksi kelainan seperti rotasi pasien, hiperinflasi paru, efusi pleura, atau atelektasis.

Pendekatan Sistem Tubuh dalam Analisis Radiografi Dada, yakni;

1. Menilai Kualitas Radiografi

- Pasien harus menahan inspirasi dalam untuk mendapatkan gambar optimal
- Seluruh struktur dada harus terlihat dengan jelas dalam radiograf

2. Analisis Tulang dan Jaringan Lunak

- a. Thorax: Periksa ukuran, bentuk, dan simetri
- b. Vertebra: Seharusnya terlihat samar di balik bayangan mediastinum
- c. Clavicula:
 - Posisi medial clavicula harus simetris terhadap proses spinosus vertebra
 - Rotasi pasien dapat menyebabkan jarak clavicula tidak sama
- d. Scapula:
 - Dalam PA view, scapula berada di luar lapangan paru
 - Dalam AP view, medial scapula dapat terlihat di dalam lapangan paru
- e. Jaringan lunak:
Densitas kulit, lemak subkutan, dan otot bercampur (summation effect)

- f. Ruang interkostal:
 - Lebar normal dapat dibandingkan dengan CXR normal
 - Ruang melebar → indikasi peningkatan volume toraks
- 3. Analisis Diafragma
 - a. Hemidiafragma kanan biasanya 1-2 cm lebih tinggi daripada kiri
 - b. Posisi diafragma:
 - Normal: 10-9 iga terlihat di atas kubah diafragma
 - Elevasi diafragma: Jika <9 iga terlihat (indikasi atelektasis atau kelainan diafragma)
 - Depresi diafragma: Jika >10 iga terlihat (indikasi hiperinflasi paru seperti pada PPOK)
 - c. Sudut kostofrenikus:
 - 1) Normalnya dalam dan simetris
 - 2) Jika terdapat opasifikasi, bisa disebabkan oleh:
 - a) Penebalan pleura (proses kronis)
 - b) Efusi pleura (proses akut)
 - d. Sudut kardiophrenikus:
 - Dibentuk oleh hemidiafragma dan tepi jantung
 - Harus terlihat jelas dan tidak mengalami perubahan signifikan
 - e. Mediastinum:
 - Ukuran bervariasi tergantung bentuk tubuh pasien (panjang & sempit pada orang tinggi, pendek & lebar pada orang pendek)
 - Dibatasi oleh sternum, tulang belakang, klavikula, dan diafragma

f. Trakea:

- 1) Normalnya tampak transparan vertikal di garis tengah
- 2) Deviasi trakea bisa terjadi karena:
 - a) Rotasi pasien → penyebab paling umum
 - b) Patologi paru:
 - Pneumotoraks besar → trakea terdorong ke sisi kontralateral
 - Atelektasis masif → trakea tertarik ke sisi ipsilateral
- 3) Intubasi endotrakeal: Ujung tube harus 2 inci di atas karina saat kepala netral

g. Jantung & Pembuluh Besar:

- 1) Mengisi 2/3 bagian bawah mediastinum
- 2) Kontur kanan:
 - Atrium kanan (membentuk kurva pertama dari kardiophrenikus kanan ke atas)
 - Aorta ascendens & Vena Cava Superior (VCS) (membentuk kurva kedua)
- 3) Kontur kiri:
 - Arcus aorta
 - Arteri pulmonalis utama
 - Apendiks atrium kiri
 - Ventrikel kiri (berlanjut ke diafragma)

4. Hila Paru

- Terbentuk oleh akar paru (pembuluh darah pulmonal, bronkus, dan kelenjar getah bening)
- Terletak di T-4T5
- Hilum kiri lebih tinggi dibanding kanan karena posisi jantung

5. Lapangan Paru

Anatomi lobus:

- Lobus atas & tengah kanan serta lobus atas kiri → anterior
- Lobus bawah → posterior
- Middle lobe kanan bersentuhan dengan batas jantung kanan
- Lingula lobus atas kiri bersentuhan dengan batas jantung kiri
- PA/AP view tidak cukup → butuh lateral view untuk evaluasi lobus

✦ Silhouette Sign

- Digunakan untuk menentukan lokasi lesi di paru
- Jika batas struktur jantung, diafragma, atau mediastinum menghilang, berarti lesi ada di lokasi yang sama dengan struktur tersebut

6. Pola Abnormalitas Lapangan Paru

a. Lesi paru dicari berdasarkan perubahan densitas

b. Tipe pola abnormal:

- Alveolar pattern (fluffy infiltrates) → contoh: edema paru, pneumonia alveolar
- Interstitial pattern → contoh: fibrosis paru, inflamasi kronis
- Miliary nodules → nodul kecil seragam (contoh: TB milier)
- Peningkatan vaskularisasi pulmonal → tanda gagal jantung kiri

✦ Tip Klinis:

- Perubahan akut: infiltrat fluffy, peningkatan opasitas
- Perubahan kronis: diafragma mendatar, perubahan sudut iga, interkostal melebar
- Pasien PPOK → terlihat ruang interkostal melebar, diafragma mendatar, sudut kostofrenikus kotak, sudut iga mendekati 90°

K. Pemeriksaan Spesifik

Pemeriksaan kardiopulmonal merupakan bagian penting dalam fisioterapi untuk menilai kapasitas fungsional, efektivitas terapi, serta prognosis pasien dengan gangguan kardiovaskular dan pulmonal. Pemeriksaan ini mencakup berbagai uji klinis untuk menilai respons sistem kardiopulmonal terhadap aktivitas fisik, toleransi latihan, dan potensi risiko gangguan fungsional.

1. Tes Fungsi Paru

Tes fungsi paru yang paling umum dilakukan adalah pengukuran dengan spirometri dan pengukuran volume paru. Hampir semua parameter fungsi paru menggunakan singkatan. Oleh karena itu, penting untuk memahami arti singkatan tersebut beserta definisinya. Spirometri adalah metode pengukuran fungsi paru dengan mengamati volume udara yang dapat dihirup dan dihembuskan secara paksa. Saat melakukan tes ini, subjek mengenakan klip hidung dan diposisikan dalam posisi standar (duduk atau berdiri). Setelah inspirasi maksimal, subjek melakukan ekspirasi maksimal secepat dan sekuat mungkin.

Terdapat tiga pengukuran utama dalam tes spirometri yakni:

a. *Forced Vital Capacity* (FVC)

Total volume udara yang dihembuskan dengan usaha ekspirasi maksimal setelah inspirasi penuh.

b. *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV1)

Volume udara yang dihembuskan dalam satu detik pertama saat melakukan manuver FVC.

c. Rasio FEV1/FVC

Perbandingan antara FEV1 dan FVC, dengan nilai normal sebesar 80% pada orang dewasa muda yang sehat.

Selain ketiga parameter utama di atas, terdapat pengukuran tambahan, yaitu:

- *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR): Laju aliran ekspirasi tertinggi selama manuver ekspirasi paksa. PEFR dapat diukur menggunakan alat sederhana seperti flow meter genggam untuk pemantauan asma di rumah.
- *Forced Expiratory Flow %75-25* (FEF75-25): Rata-rata laju aliran udara selama ekspirasi dari %25 hingga %75 kapasitas vital.

Pengukuran volume paru merupakan tes fungsi paru kedua yang paling umum dilakukan. Tes ini memerlukan peralatan khusus untuk mengukur jumlah udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi maksimal. Teknik yang digunakan antara lain teknik pengenceran helium atau pletismografi tekanan. Volume paru adalah komponen dasar yang tidak dapat dibagi lagi. Empat volume paru utama meliputi:

- Tidal Volume* (TV/VT): Volume udara yang dihirup atau dihembuskan dalam kondisi pernapasan normal.
- Inspiratory Reserve Volume* (IRV): Volume udara maksimum yang dapat dihirup setelah inspirasi normal.
- Expiratory Reserve Volume* (ERV): Volume udara maksimum yang dapat dihembuskan setelah ekspirasi normal.
- Residual Volume* (RV): Volume udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi maksimal.

Kapasitas paru merupakan kombinasi dari dua atau lebih volume paru. Empat kapasitas paru utama meliputi:

- Inspiratory Capacity* (IC): Volume udara maksimal yang dapat dihirup setelah ekspirasi normal. $IC = TV + IRV$.
- Functional Residual Capacity* (FRC): Volume udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi normal. $FRC = RV + ERV$.
- Vital Capacity* (VC): Volume udara maksimal yang dapat dihembuskan setelah inspirasi maksimal. $VC = ERV + TV + IRV$.

- d. *Total Lung Capacity* (TLC): Total volume udara di paru setelah inspirasi maksimal. $TLC = RV + ERV + TV + IRV$.

Terdapat dua pola utama gangguan ventilasi yang dapat diamati melalui pengukuran fungsi paru:

- a. Pola Obstruktif: Ditandai dengan hambatan aliran udara akibat penyempitan atau obstruksi jalan napas.
 - FVC: Normal atau menurun
 - FEV1: Menurun
 - Rasio FEV1/FVC: Menurun (<70%)
 - RV dan TLC: Normal atau meningkat
- b. Pola Restriktif: Ditandai dengan berkurangnya kapasitas paru akibat kekakuan paru atau dinding dada.
 - FVC: Menurun
 - FEV1: Normal atau sedikit menurun
 - Rasio FEV1/FVC: Normal atau meningkat
 - RV dan TLC: Menurun

Tabel 5.5 Efek Penyakit Obstruktif dan Restriktif pada Spirometri

Pengukuran	Obstruktif	Restriktif
Tidal Volume (TV)	Normal atau meningkat	Normal atau menurun
Inspiratory Capacity (IC)	Normal atau menurun	Normal atau menurun
Expiratory Reserve Volume (ERV)	Normal atau menurun	Normal atau menurun
Vital Capacity (VC)	Normal atau menurun	Menurun
Forced Vital Capacity (FVC)	Normal atau menurun	Menurun
Residual Volume (RV)	Normal atau meningkat	Menurun
Functional Residual Capacity (FRC)	Normal atau meningkat	Menurun
Total Lung Capacity (TLC)	Normal atau meningkat	Menurun

FEV1	Menurun	Normal atau sedikit menurun
FEV1/FVC	Menurun	Normal atau meningkat
Peak Expiratory Flow (PEF)	Menurun	Normal atau menurun

2. Tes Latihan Kardiopulmoner (Cardiopulmonary Exercise Testing–CPET)

CPET adalah uji submaksimal hingga maksimal untuk menilai respons kardiopulmonal terhadap latihan melalui pengukuran ventilasi, pertukaran gas, serta respons hemodinamik. Adapun tujuan pemeriksaan ini:

- Menilai kapasitas fungsional dan batasan latihan
- Mengevaluasi efektivitas intervensi medis atau rehabilitasi
- Menentukan indikasi dan prognosis kondisi kardiopulmonal

Prosedur pemeriksaan pasien melakukan latihan menggunakan treadmill atau ergometer sepeda. Intensitas meningkat secara bertahap hingga batas maksimal atau gejala muncul. Parameter yang diukur meliputi:

- VO₂ max (konsumsi oksigen maksimal)
- VCO₂ (produksi karbon dioksida)
- Ventilasi dan frekuensi pernapasan
- Denyut jantung dan tekanan darah
- Elektrokardiogram (EKG) selama latihan

Interpretasi hasil:

- Normal: VO₂ max sesuai dengan usia dan jenis kelamin.
- Gangguan Jantung: VO₂ max rendah dengan kapasitas anaerobik menurun.
- Gangguan Paru: VO₂ max rendah dengan peningkatan ventilasi tidak proporsional.

3. Tes Jalan Enam Menit (*Six Minute Walk Test-6MWT*)

6MWT adalah tes submaksimal yang digunakan untuk menilai kapasitas fungsional pasien dengan mengukur jarak tempuh dalam waktu enam menit. Tujuan tes ini:

- Mengevaluasi kapasitas aerobik
- Menilai perubahan kapasitas fungsional akibat intervensi
- Memprediksi prognosis penyakit kardiopulmonal

Prosedur Pemeriksaan pemeriksaan ini meliputi; pasien diminta berjalan selama enam menit di lintasan sepanjang 30 meter. Mereka diperbolehkan untuk beristirahat, tetapi dianjurkan untuk melanjutkan jika memungkinkan. Parameter yang dicatat:

- Jarak total yang ditempuh
- Saturasi oksigen sebelum dan sesudah tes
- Frekuensi jantung dan tekanan darah

Interpretasi hasil:

- Normal: Jarak tempuh > 500 meter.
- Disfungsi Kardiopulmonal: Jarak tempuh < 300 meter menunjukkan keterbatasan fungsional yang signifikan.
- Hipoksia: Penurunan saturasi oksigen \geq %4 menunjukkan masalah oksigenasi.

4. Tes Duduk-Berdiri 30 Detik (*30 Seconds Sit-To-Stand Test-30s STS*)

30s STS adalah tes untuk menilai kekuatan otot tubuh bagian bawah dan kapasitas fungsional dengan mengukur jumlah berdiri-duduk yang dapat dilakukan dalam 30 detik. Tujuan tes ini:

- Mengevaluasi kekuatan otot ekstremitas bawah
- Menilai risiko jatuh pada lansia
- Memantau kemajuan rehabilitasi

Prosedur pemeriksaan pasien, yakni; duduk di kursi tanpa sandaran tangan dengan kaki rata di lantai. Tangan disilangkan

di dada. Dalam waktu 30 detik, pasien diminta berdiri dan duduk kembali sebanyak mungkin. Jumlah repetisi dihitung untuk evaluasi.

Interpretasi hasil tes ini:

- Normal: > 14 kali dalam 30 detik.
- Risiko Jatuh Tinggi: < 10 kali dalam 30 detik.
- Kelemahan Otot: Performa yang rendah menandakan keterbatasan fungsional dan perlu intervensi latihan kekuatan.

L. Ikhtisar

- Anamnesis dan Pemeriksaan Fisik: Mengumpulkan informasi riwayat medis pasien dan melakukan inspeksi, palpasi, serta auskultasi untuk mengidentifikasi gangguan kardiopulmonal.
- Tes Fungsi Paru: Menggunakan spirometri, tes difusi paru (DLCO), dan oksimetri untuk menilai kapasitas paru dan pertukaran gas.
- Evaluasi Kapasitas Fungsional: Menggunakan tes enam menit jalan (6MWT) dan skala Borg untuk mengukur kemampuan aktivitas fisik pasien.
- Analisis Hasil Pemeriksaan: Menginterpretasikan data untuk menentukan diagnosis fisioterapi dan menyusun program intervensi yang tepat.

M. Latihan Soal

1. Tes yang digunakan untuk mengukur kapasitas fungsional pasien kardiopulmonal adalah...
 - a. Spirometri
 - b. Tes enam menit jalan (6MWT)
 - c. Elektrokardiografi (EKG)
 - d. MRI Toraks

2. Skala Borg digunakan untuk menilai...
 - a. Tekanan darah pasien
 - b. Tingkat dispnea dan kelelahan pasien
 - c. Jumlah oksigen dalam darah
 - d. Risiko gagal jantung
3. Pemeriksaan auskultasi pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kemungkinan akan menemukan...
 - a. Suara vesikular normal
 - b. Wheezing atau ronki
 - c. Tidak ada suara pernapasan
 - d. Bunyi jantung tambahan
4. Parameter utama yang dinilai dalam spirometri adalah...
 - a. Hemoglobin darah
 - b. FEV1/FVC
 - c. Saturasi oksigen
 - d. Detak jantung
5. Manakah dari berikut yang bukan merupakan pemeriksaan dalam evaluasi pasien kardiopulmonal?
 - a. Anamnesis
 - b. Palpasi
 - c. Tes keseimbangan
 - d. Auskultasi

N. Referensi

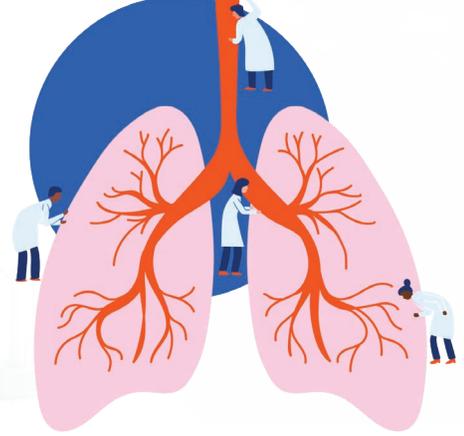
- Hillegass, S. 2011. *Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy*. 3 ed. Canada: Elsevier Saunders.
- Irwin, S. and Tecklin, J.S. 2004. *Cardiopulmonary Physical Therapy: A Guide to Practice*. English: Slack Incorporated.
- Reid, W.D. and Chung F. 2004. *Clinical Management Notes and Case Histories Cardiopulmonary Physical Therapy*. English: Slack Incorporated.

Six Minute Walk Test / 6 Minute Walk Test. (2025, January 2). *Physio-pedia*,. Retrieved 08:30, March 1, 2025 from https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Six_Minute_Walk_Test/_6_Minute_Walk_Test&oldid=364601.

30 Seconds Sit To Stand Test. (2025, January 23). *Physio-pedia*,. Retrieved 08:31, March 1, 2025 from https://www.physio-pedia.com/index.php?title=30_Seconds_Sit_To_Stand_Test&oldid=365224.

Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET) In Adults. (2022, April 9). *Physio-pedia*,. Retrieved 08:32, March 1, 2025 from [https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Cardiopulmonary_Exercise_Testing_\(CPET\)_In_Adults&oldid=300424](https://www.physio-pedia.com/index.php?title=Cardiopulmonary_Exercise_Testing_(CPET)_In_Adults&oldid=300424).

BAB VI



INTERVENSI FISIOTERAPI PADA PASIEN PULMONAL

A. Pendahuluan

Tujuan intervensi fisioterapi untuk setiap pasien paru harus spesifik dan sesuai dengan gaya hidup, kebutuhan, dan kepentingan pribadinya. Hal ini hanya mungkin dilakukan setelah evaluasi menyeluruh terhadap kondisi penyakit dan perjalanan klinis pasien, pemeriksaan fisik, dan wawancara dengan pasien dan keluarganya. Fisioterapis harus membantu pasien dalam mengidentifikasi tujuan realistis yang yang dapat digambarkan dalam istilah perilaku dan diukur sebagai hasil rehabilitasi.

Tujuan harus dirancang untuk memberikan dampak paling besar pada fungsi sehari-hari dan meningkatkan kualitas hidup. Contoh tujuan yang tidak realistis adalah menghilangkan sesak napas, memiliki gaya hidup normal, atau menghentikan penggunaan oksigen tambahan. Contoh tujuan yang lebih realistis adalah mempelajari dan menerapkan strategi untuk meredakan sesak napas, meningkatkan toleransi aktivitas, dan meningkatkan penggunaan oksigen selama beraktivitas.

Hasil rehabilitasi paru adalah ukuran yang secara umum menilai keberhasilan (pencapaian/penerimaan) dari tujuan yang

telah ditetapkan. Penilaian hasil secara optimal adalah kombinasi pengukuran objektif dan subjektif. Empat area penting yang memerlukan hasil interpretasi pemeriksaan dalam rehabilitasi paru meliputi:

1. Kapasitas latihan
2. Gejala (sesak napas dan kelelahan)
3. Kualitas hidup yang berhubungan dengan kesehatan
4. Status psikososial

Domain-domain ini telah didukung oleh berbagai organisasi nasional dan internasional sebagai area utama untuk penilaian hasil dalam rehabilitasi paru.

Peningkatan kapasitas latihan. Sebagai contoh, pasien akan (1) mendapatkan kekuatan, fleksibilitas, dan daya tahan yang cukup untuk mencapai aktivitas kehidupan sehari-hari yang teridentifikasi, melakukan aktivitas pekerjaan tugas-tugas rekreasi dan (2) belajar untuk menggunakan strategi untuk untuk memaksimalkan fungsi fisik. Ukuran hasil yang terkait dengan area peningkatan ini termasuk pemeriksaan *progressive overload*, *six minutes walking test*, *Borg scale* dan tes ADL berjangka waktu.

Perbaikan gejala klinis. Sebagai contoh, pasien akan (1) mampu secara efektif memobilisasi sekresi pernapasan, (2) menggunakan strategi untuk meredakan gejala dispnea dan batuk, (3) mengenali tanda-tanda awal perlunya intervensi medis, (4) mengurangi frekuensi dan tingkat keparahan eksaserbasi pernapasan, dan (5) mendapatkan saturasi oksigen yang optimal sepanjang siang dan malam. Peningkatan perilaku yang berhubungan dengan kesehatan. Misalnya, pasien akan (1) berhenti merokok penggunaan tembakau dan penyalahgunaan narkoba atau alkohol, (2) mematuhi perawatan medis dan rehabilitasi, (3) meningkatkan keterampilan mengatasi masalah, dan (4) meningkatkan kualitas hidup yang dirasakan. Langkah-langkah hasil untuk area perubahan ini termasuk survei

perilaku, buku harian pasien, dan laporan diri lainnya serta tingkat karbon monoksida untuk penggunaan tembakau.

Status psikososial. Sebagai contoh, pasien akan (1) meningkatkan kecemasan dan/atau skor depresi yang diukur dengan kuesioner yang divalidasi dan dapat diandalkan yang divalidasi dan dapat diandalkan. Penilaian hasil lainnya seperti kinerja fungsional, aktivitas di rumah, kepatuhan (tingkat putus sekolah atau tingkat kehadiran), pengetahuan dan kemandirian, berhenti merokok, gizi/berat badan, pemanfaatan layanan kesehatan, mortalitas dan morbiditas, dan kepuasan pasien mungkin juga menarik, dan beberapa program rehabilitasi paru dapat memilih untuk mengukur parameter-parameter ini

B. Breathing Exercise

1. Definisi

Breathing exercise adalah teknik terstruktur yang bertujuan untuk meningkatkan fungsi pernapasan dan kesehatan secara keseluruhan. *Breathing exercise* bertujuan untuk mengontrol gejala gangguan pernapasan. Ada banyak metode *breathing exercise* seperti metode buyteko, yoga, *deep diaphragma breathing*, intervensi ini adalah metode yang manipulasi pada pola pernapasan. *Breathing exercise* berfokus untuk meningkatkan volume tidal, relaksasi, sebagai home program, modifikasi pola nafas (mulai hidung, lower sangkar thoraks dan abdominal). *Deep breathing exercise* adalah latihan pernafasan dengan teknik bernapas secara perlahan dan menggunakan otot diafragma sehingga memungkinkan abdomen terangkat perlahan dan dada mengembang penuh.

Adapun jenis-jenis Latihan Pernapasan:

- a. *Slow deep breathing exercise*: Berfokus pada pernafasan yang berkepanjangan, terbukti meningkatkan suasana hati dan mengurangi laju pernapasan secara signifikan.

- b. *Box breathing*: Melibatkan durasi yang sama untuk menghirup, menahan, dan menghembuskan napas, sering digunakan untuk pengaturan stres.
- c. *Diafragma breathing*: Meningkatkan fungsi diafragma, terutama bermanfaat bagi pasien pasca operasi, meningkatkan saturasi oksigen dan toleransi olahraga.
- d. *Purshed Lip Breathing*: Membantu mengatasi sesak napas pada pasien dengan penyakit pernapasan, meningkatkan kualitas hidup.

2. Efek Fisiologis *Breathing exercise*

Tujuan *breathing exercise* untuk meningkatkan kemampuan otot pernapasan dalam memenuhi kebutuhan paru serta meningkatkan fungsi ventilasi dan memperbaiki oksigenasi. Latihan pernapasan dapat diterapkan dalam beberapa posisi. Distribusi udara dan sirkulasi pulmonal akan menyesuaikan sesuai posisi dada baik pada posisi duduk maupun berbaring. Saat terjadi relaksasi, serabut otot di dalam tubuh meregang, proses pengiriman impuls saraf ke otak berkurang, dan fungsi bagian tubuh lainnya sama. Hasil dari melakukan relaksasi nafas dalam ditandai dengan penurunan denyut nadi, pernafasan. Jika dilakukan secara teratur, pernapasan yang lambat dan dalam ini akan memberikan hasil terbaik. *Deep breathing* yang dilakukan dengan terkontrol dengan rasio lambat dan volume tidal yang optimal menunjukkan efek peningkatan efisiensi ventilasi oksigen dengan meningkatkan ventilasi alveolar dan mengurangi volume ruang mati. Selain itu, *deep breathing* juga dapat meningkatkan volume tidal (VT) dan kapasitas vital (KV) paru dan memberikan stimulasi pada saraf otonom serta memberi efek pada respon saraf simpatis yang memicu terjadinya pelepasan neurotransmitter epinefrin dan norepinefrin serta saraf parasimpatis yang melepaskan neurotransmitter asetilkolin. Hal ini dapat meningkatkan rileksasi pada otot pernafasan dan

melepaskan opioid endogen inhibitor terhadap transmisi nyeri sehingga level nyeri dapat menurun

Latihan pernapasan telah terbukti menghasilkan efek fisiologis yang signifikan, terutama dalam mengelola kelelahan, kecemasan, dan fungsi pernapasan. Latihan-latihan ini berfungsi sebagai intervensi non-farmakologis yang dapat meningkatkan kualitas hidup berbagai populasi pasien pada masalah-masalah pulmonal, Breathing exercise juga dapat diterapkan pada pasien yang menjalani hemodialisis dan pengobatan kanker. Secara fisiologis terdapat sebuah penelitian pada pasien hemodialisis mengungkapkan bahwa latihan pernapasan mengurangi tingkat kelelahan dari rata-rata 37,23 menjadi 33,1, yang menunjukkan peningkatan yang signifikan ($p < 0,000$). Latihan pernapasan yang dilakukan secara terus menerus direkomendasikan untuk meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan secara keseluruhan dalam konteks penyakit kronik. Latihan pernapasan telah efektif dalam mengurangi tingkat kecemasan secara signifikan pada pasien kanker paru-paru, sebagaimana dibuktikan oleh beberapa penelitian yang menggunakan berbagai teknik seperti ACBT. Kombinasi latihan pernapasan dalam dengan mindfulness juga menunjukkan penurunan kecemasan yang signifikan pada pasien. Latihan pernapasan dalam telah terbukti meningkatkan tingkat saturasi oksigen pada pasien lanjut usia, meningkatkan kepatuhan paru-paru dan mengurangi risiko komplikasi pernapasan. Selain itu, latihan ini dapat memfasilitasi bronkodilatasi dan pembersihan lendir, yang mengarah pada efisiensi pernapasan yang lebih baik. Sebaliknya, meskipun latihan pernapasan bermanfaat, beberapa pasien mungkin mengalami tantangan dalam melakukan latihan ini secara konsisten karena keterbatasan fisik atau kurangnya motivasi, yang dapat menghambat efektivitasnya secara keseluruhan.

3. Indikasi dan Kontraindikasi

Latihan pernapasan dalam fisioterapi kardiopulmoner diindikasikan untuk meningkatkan fungsi paru, meningkatkan kekuatan otot pernapasan, dan meningkatkan toleransi latihan. Kontraindikasi meliputi kondisi kardiovaskular yang tidak stabil, operasi toraks atau perut baru-baru ini, dan gangguan pernapasan yang parah.

Indikasi:

- Peningkatan Fungsi Paru-paru: Latihan pernapasan dapat meningkatkan kapasitas dan efisiensi paru-paru.
- Memperkuat Otot Pernapasan: Latihan ini membantu membangun kekuatan diafragma dan otot-otot interkostal.
- Meningkatkan Toleransi Latihan: Pasien dapat mengalami peningkatan daya tahan dan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari.
- Meningkatkan Kepatuhan Dinding Dada: Latihan pernapasan dapat membantu membuat dinding dada lebih fleksibel.
- Memfasilitasi Pembersihan Jalan Napas: Latihan pernapasan dapat membantu memobilisasi sekresi pada pasien dengan kondisi pernapasan.

Kontraindikasi:

- Kondisi Kardiovaskular yang Tidak Stabil: Pasien dengan masalah jantung akut harus menghindari latihan ini.
- Operasi Toraks atau Perut baru-baru ini: Pasien pasca operasi mungkin berisiko mengalami komplikasi.
- Gangguan Pernafasan Parah: Individu yang mengalami kesulitan bernapas yang signifikan tidak boleh melakukan latihan ini.
- Keadaan Darurat Medis/Bedah Akut: Kondisi akut apa pun yang mengganggu stabilitas merupakan kontraindikasi.

- Hipoksemia Berat: Pasien dengan kadar oksigen yang sangat rendah tidak boleh melakukan latihan pernapasan tanpa pengawasan medis.

4. Prosedur Intervensi

a. *Pursed lip Breathing Exercise*

Pasien diminta untuk menarik napas dalam melalui hidung selama hitungan dua detik dengan mulut tertutup, kemudian tahan napas selama 3 detik. Secara perlahan hembuskan napas melalui mulut kurang lebih dalam 4 detik. Durasi hembusan napas dua kali lebih lama daripada saat tarik napas. Lakukan latihan sebanyak 4–5 siklus per menit. Latihan ini dilakukan 3 kali dalam sehari dengan durasi 10 menit. Latihan ini dapat dilakukan dengan atau tanpa kontraksi otot perut.

b. *Paced Breathing*

Paced breathing didefinisikan sebagai “koordinasi pernapasan yang disengaja selama beraktivitas.” Selama aktivitas berirama, pernapasan dapat dikoordinasikan dengan irama aktivitas. Selama aktivitas nonritmik, pasien dapat diinstruksikan untuk menarik napas di awal aktivitas dan menghembuskannya selama aktivitas berlangsung. Hal ini dapat dikombinasikan dengan pernapasan bibir mengerut atau pernapasan diafragma. Dalam pengaturan perawatan akut, teknik ini dapat membantu pasien mengontrol laju pernapasannya dan perasaan sesak napas yang terkait.

c. *Deep Breathing and Coughing Exercise*

Pasien diminta untuk melakukan tarik napas dalam dan latihan batuk efektif pada posisi duduk. Udara dihirup melalui mulut secara perlahan hingga diafragma dan abdomen mengembang. Tahan napas selama 3 detik kemudian minta pasien untuk batuk secara spontan. Pada saat latihan batuk lakukan istirahat 30 detik diantara latihan. Latihan dilakukan 3 kali sehari sebanyak 5 siklus.

d. *Balloon Blowing Exercise*

Pasien dalam posisi duduk tegak diminta untuk memegang balon dengan 1 tangan, dan tangan lainnya diposisikan ke atas lurus sejajar dengan kepala. Dengan mempertahankan posisi ini, tiup balon dengan bernapas melalui hidung dan hembuskan melalui mulut secara perlahan. Kemudian minta pasien untuk menahan aliran udara dalam balon selama 3 detik. Secara berurutan pasien diminta untuk menarik napas melalui hidung dan dihembuskan melalui mulut ke balon. Setelah 3-4 kali bernapas menggunakan balon lakukan istirahat selama 60 detik. Latihan diulang sebanyak 4-5 siklus dalam sehari.

e. *Diafragma Breathing Exercise*

Pasien dengan posisi setengah duduk (kepala dan punggung ditopang, otot abdomen dalam keadaan rileks). Pasien diminta meletakkan tangan kiri ditengah dada dan tangan kanan diletakkan di perut, lalu tarik napas perlahan melalui hidung hingga perut mengembang, pertahankan napas selama 3 detik kemudian hembuskan perlahan melalui mulut hingga diafragma dan abdomen mengempis. Latihan dilakukan sebanyak 5 siklus, dilakukan 3 kali perhari. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kapasitas total paru. Saat latihan pasien diminta rileks pada bagian bahu dan dada serta merasakan gerakan tangan pada abdomen yang ikut turun naik pada saat bernapas. Pasien diminta untuk bernapas normal diantara set latihan yang diterapkan

f. *Active Cycle of Breathing Technique (ACBT)*

Teknik ini merupakan pengkombinasian kontrol nafas, latihan ekspansi toraks, dan teknik ekspirasi paksa (huffing) dengan indikasi pada kondisi Bronkiektasis, fibrosis kistik, pasien dengan sekret berlebih. Adapun tahapan ACBT, yakni: breathing control, thoracic expansion exercises dan forced expiration technique (FET). Teknik ini bermanfaat

dalam membantu mobilisasi dan eliminasi sekret secara efisien tanpa menyebabkan kelelahan berlebih.

g. *Incentive Spirometry*

Latihan ini menggunakan alat bantu visual untuk mendorong pasien melakukan inspirasi dalam secara teratur. Teknik latihan ini diberikan pada pasien pasca operasi toraks/ abdomen, pasien tirah baring lama. Dengan prosedur, pasien diminta menarik napas dalam melalui corong alat dan mempertahankan indikator pada posisi target selama mungkin. Manfaat teknik ini mencegah atelektasis, mempertahankan volume paru, dan meningkatkan motivasi pasien dalam latihan.

C. Positioning

1. Definisi Positioning

Menggunakan teknik pemosisian terapeutik dan strategi gerakan ventilasi dapat membantu perkembangan dari ketergantungan menjadi kemandirian dalam mobilitas dan pernapasan. Teknik-teknik ini melibatkan pemilihan posisi untuk membantu pasien dengan pola pernapasan diafragma yang efisien. Teknik-teknik ini diindikasikan untuk pasien yang memiliki kelemahan diafragma, tidak dapat menggunakan diafragma dengan benar untuk inspirasi yang efisien, atau yang mengalami penghambatan otot diafragma karena nyeri. Pemberian positioning dapat dimulai di ICU selama aktivitas rentang gerak (ROM). Untuk memfasilitasi upaya inspirasi, fisioterapis menginstruksikan pasien untuk menarik napas selama fleksi bahu, abduksi, dan rotasi eksternal bersama dengan tatapan mata ke atas. Hal yang sebaliknya terjadi saat menghembuskan napas; fisioterapis menggunakan ekstensi bahu, adduksi, dan rotasi internal dengan pandangan mata ke bawah. Selain itu, posisi kemiringan panggul posterior akan mendorong pola pernapasan diafragma dan mengoptimalkan

hubungan panjang-ketegangan diafragma. Pasien harus didorong untuk mengembangkan teknik ini menjadi ROM bahu aktif ditambah dengan pola pernapasan yang telah dijelaskan sebelumnya. Ketika pasien mengalami kemajuan dari partisipasi parsial menjadi partisipasi penuh dalam sesi terapi, terapis dapat menggunakan konsep pemosisian ini selama aktivitas mobilitas fungsional (strategi gerakan ventilasi).

2. Efek Fisiologis

- Posisi rawan sangat bermanfaat bagi pasien dengan ARDS, karena meningkatkan oksigenasi dengan mendistribusikan kembali stres dan ketegangan paru-paru, mengurangi atelektasis, dan meningkatkan pertukaran gas. Dianjurkan untuk pasien dengan rasio PaO₂/FiO₂ lebih rendah dari 150 mmHg, meskipun memerlukan pemantauan yang cermat karena potensi komplikasi
- Posisi Terlentang dan Lateral: Sementara posisi terlentang biasa digunakan, ini kurang efektif dalam meningkatkan saturasi oksigen dibandingkan dengan posisi tengkurap dan lateral. Posisi lateral dapat membantu drainase sekresi dan meningkatkan pertukaran gas, terutama pada pasien dengan penyakit paru-paru unilateral, dengan menempatkan paru-paru yang tidak terpengaruh pada posisi dependent
- Resiko penentuan posisi rentan: positioning menyebabkan perubahan fisiologis seperti peningkatan tekanan intratoraks dan potensi pengurangan curah jantung, fisioterapis perlu berhati-hati pada pasien disfungsi vertikal atau hipertensi pulmonal
- Posisi miring dapat mempengaruhi stabilitas hemodinamik dan dampaknya pada tekanan intrakardiak dan curah jantung tidak didefinisikan dengan baik, sehingga kurang dapat diprediksi pada pasien yang menderita penyakit kronik.

3. Indikasi dan Kontraindikasi

Kontraindikasi atau tindakan pencegahan untuk positioning:

- Trombosis vena dalam yang tidak diobati
- Tanda-tanda vital yang tidak stabil
- Pasien tidak dapat mengikuti perintah, dibius total
- Penyangga ventilator tinggi (untuk mengeluarkan pasien dari ventilator untuk mobilitas)
- Kontraindikasi: PEEP atau CPAP > 10 cm H₂O
- Tindakan pencegahan: PEEP atau CPAP > 5 cm H₂O PAP > 50 cm H₂O Ventilasi menit > 15 L/menit
- Cedera ortopedi, vaskular, atau neurologis lainnya yang memerlukan tempat tidur alternatif kegiatan

4. Prosedur Intervensi

Posisi tubuh memiliki pengaruh yang signifikan terhadap ventilasi dan respirasi. Pada pasien dengan kondisi akut yang berbaring dalam posisi supinasi (telentang) di tempat tidur rumah sakit, gaya gravitasi menyebabkan sekret terkumpul di bagian posterior paru-paru. Posisi supinasi diketahui dapat menurunkan volume residual fungsional hingga 50%. Pemosisian pasien dalam posisi miring ke samping (side-lying) dapat mengurangi tekanan pada sakrum dan tonjolan tulang posterior lainnya, serta berkontribusi terhadap peningkatan ekspansi paru-paru dan pengeluaran sekret. Prosedur ini dapat dilakukan oleh terapis secara mandiri maupun dengan bantuan orang lain, tergantung pada ukuran tubuh serta tingkat partisipasi pasien. Selama proses pemindahan posisi, terapis wajib menerapkan prinsip mekanika tubuh yang benar untuk mencegah cedera dan meningkatkan efisiensi kerja.

Berikut merupakan panduan langkah demi langkah untuk memindahkan pasien di unit perawatan intensif (ICU) ke posisi miring kiri:

- a. Tanda-tanda vital pasien harus dimonitor secara kontinu selama proses pemindahan posisi.

- b. Saat pasien masih dalam posisi supinasi, tubuh pasien digeser ke sisi kanan tempat tidur. Penggunaan kain pelapis (draw sheet) sangat disarankan guna menghindari terjadinya gaya geser pada permukaan kulit pasien.
- c. Seluruh selang, kabel, dan jalur infus perlu diatur sedemikian rupa agar tidak mengalami penekukan atau tarikan selama proses pemindahan. Pastikan panjang saluran mencukupi.
- d. Bila pasien menggunakan ventilator, pastikan pipa endotrakeal terpasang secara stabil menggunakan plester atau trakeostomi dipasang dengan tali kain. Selang ventilator juga harus dikosongkan dari cairan sisa untuk mencegah terjadinya lavage yang tidak disengaja.
- e. Kaki kanan pasien diletakkan di atas kaki kiri (kecuali terdapat kontraindikasi ortopedi), dan sebuah bantal diletakkan di antara kedua lutut.
- f. Pasien digulingkan secara perlahan ke sisi kiri menggunakan kain pelapis, yang berfungsi untuk mendistribusikan gaya secara merata ke seluruh tubuh. Bila dilakukan oleh dua orang, satu bertanggung jawab terhadap kepala dan batang tubuh bagian atas, sementara yang lainnya menangani bagian bawah tubuh dan ekstremitas bawah.
- g. Selama satu orang mempertahankan posisi pasien dalam keadaan miring dengan bantuan kain pelapis, orang lainnya menempatkan bantal atau ganjalan di belakang tubuh pasien untuk mempertahankan posisi tersebut. Bila pasien sadar dan memiliki kekuatan fisik yang memadai, ia dapat memegang pagar tempat tidur sementara orang kedua memberikan penopang eksternal.
- h. Jika pasien tidak sadar, skapula kiri perlu ditarik secara perlahan setelah penopang diposisikan, guna mencegah tekanan langsung pada bahu yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan kulit.

Setelah pasien berada dalam posisi yang diinginkan, terapis dapat melanjutkan dengan teknik pembersihan jalan napas apabila diindikasikan. Pemposisian dalam posisi pronasi (tengkurap) telah terbukti efektif dalam membantu mobilisasi sekret, meningkatkan volume ventilasi, serta meningkatkan tekanan parsial oksigen arteri (PaO₂) pada pasien dengan *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS). Prosedur ini umumnya memerlukan bantuan tiga orang tenaga medis. Langkah-langkah awal serupa dengan pemindahan posisi miring, ditambah dengan penempatan gulungan handuk sebagai penopang dahi dan bantal sebagai penopang dada pada titik akhir posisi pasien. Langkah-langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Satu orang bertugas di bagian kepala pasien, satu di area bahu, dan satu lagi di area panggul. Koordinasi waktu pemindahan dilakukan oleh petugas di bagian kepala.
- Selama proses pemindahan ke posisi pronasi, petugas yang berada di kepala bertanggung jawab atas stabilitas jalan napas buatan dan sistem ventilator, apabila digunakan. Bila kondisi pasien memungkinkan, pemutusan sementara sambungan ventilator selama 20–10 detik dapat dilakukan. Namun, bila terdapat kontraindikasi, maka petugas di kepala harus memastikan tidak terjadi gaya puntir pada trakea.

5. Positioning untuk dispnea

Dispnea didefinisikan sebagai sensasi kesulitan atau napas yang berat. Pasien dapat mengalami dispnea saat istirahat maupun setelah melakukan aktivitas fisik. Seorang fisioterapis perlu menyadari bahwa selain disfungsi pulmonal, terdapat penyebab lain yang dapat memicu terjadinya dispnea. Beberapa di antaranya meliputi iskemia miokard, gagal jantung, dan hipertrofi ventrikel kiri.

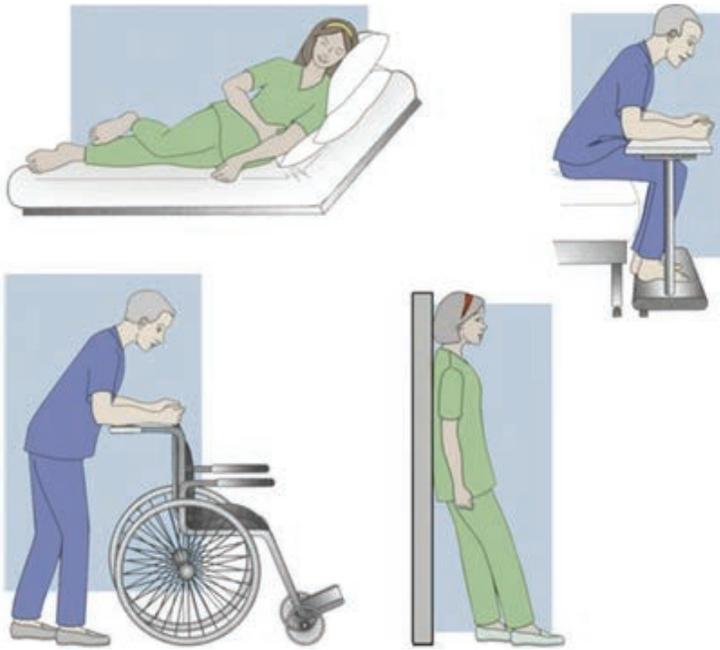
Tanda dan gejala intoleransi terhadap latihan fisik yang perlu diperhatikan selama aktivitas terapeutik, antara lain:

- Denyut jantung meningkat lebih dari 20 hingga 30 denyut per menit di atas nilai istirahat.
- Denyut jantung menurun hingga di bawah nilai istirahat.
- Tekanan darah sistolik meningkat lebih dari 20 hingga 30 mmHg dibandingkan nilai istirahat.
- Tekanan darah sistolik menurun lebih dari 10 mmHg dari nilai istirahat, disertai dengan gejala seperti pusing, mual, atau muntah.
- Saturasi oksigen turun di bawah ambang batas yang telah ditetapkan.
- Pasien mengalami sesak napas atau laju pernapasan meningkat hingga tingkat yang tidak dapat ditoleransi.
- Terjadi perubahan pada elektrokardiogram (EKG) atau munculnya nyeri dada.

Tanda nonverbal dan/atau tanda nonvital yang mengindikasikan kemungkinan intoleransi terhadap latihan:

- Perubahan warna kulit (misalnya pucat atau sianosis).
- Diaforesis (keringat berlebih tanpa hubungan dengan suhu lingkungan).
- Peningkatan penggunaan otot bantu pernapasan.
- Agitasi, ekspresi nonverbal dari rasa nyeri.

Fisioterapis harus memantau tanda dan gejala lain yang mengindikasikan intoleransi terhadap aktivitas fisik yang mungkin menyertai dispnea. Bila dispnea disebabkan oleh gangguan pada sistem pernapasan, pasien secara naluriah akan mencari posisi tubuh yang mempermudah proses ventilasi.



Gambar. Positioning saat dispnea

Dengan dukungan pada lengan, otot-otot bantu pernapasan dapat bekerja lebih efektif terhadap rongga dada dan tulang rusuk, sehingga memungkinkan ekspansi paru yang lebih baik selama fase inspirasi. Otot-otot bantu pernapasan tersebut antara lain: otot sternokleidomastoideus, otot-otot elevasi skapula (levators), otot skalenus, dan otot pektoralis mayor.

Ketika pasien membungkuk ke depan sambil menopang tubuh dengan tangan, tekanan intraabdomen akan meningkat dan mendorong diafragma ke atas dalam posisi yang lebih memanjang. Dengan adanya hubungan panjang-tegangan (length-tension relationship) yang lebih optimal, diafragma memiliki kemampuan kontraksi yang lebih kuat. Dalam posisi ini, pasien umumnya akan mengalami perbaikan gejala dan merasa lebih lega dari dispnea yang dialami

D. Mobilisasi dan Latihan Fisik

Mobilisasi dan latihan fisik merupakan komponen penting dalam rehabilitasi pulmonal. Tujuan utama dari intervensi ini adalah untuk mencegah deconditioning akibat imobilitas, meningkatkan toleransi aktivitas, memperkuat otot perifer dan pernapasan, serta memperbaiki kualitas hidup pasien dengan gangguan sistem pernapasan.

Pasien dengan kondisi pulmonal kronis seperti PPOK, fibrosis paru, atau pasca operasi toraks sering mengalami keterbatasan aktivitas akibat sesak napas, kelelahan, dan penurunan kapasitas fungsional. Oleh karena itu, mobilisasi dini dan program latihan terstruktur harus diberikan secara bertahap, disesuaikan dengan kapasitas fisik dan respon klinis pasien.

1. Mobilisasi Dini dan Progresif

Mobilisasi dini merujuk pada upaya menggerakkan pasien dari posisi diam (tirah baring) ke posisi duduk, berdiri, hingga berjalan, sedini mungkin selama fase akut atau perawatan rumah sakit.

Tujuan:

- a. Mencegah komplikasi imobilisasi seperti pneumonia, trombosis vena dalam, dan deconditioning otot.
- b. Mempertahankan fungsi sistem muskuloskeletal dan kardiopulmonal.
- c. Meningkatkan kapasitas fungsional secara bertahap.

Contoh tahapan mobilisasi progresif:

- a. Latihan pernapasan dan gerakan pasif di tempat tidur
- b. Duduk di tepi tempat tidur
- c. Berdiri dengan bantuan
- d. Berjalan dengan alat bantu
- e. Latihan berjalan mandiri

Kriteria memulai mobilisasi:

- a. Stabil secara hemodinamik
- b. $SpO_2 \geq 90\%$ (dengan atau tanpa oksigen tambahan)
- c. Tidak ada nyeri dada, hipotensi berat, atau aritmia tidak terkontrol

2. Latihan Toleransi Aktivitas

Latihan toleransi aktivitas bertujuan untuk meningkatkan daya tahan fungsional pasien terhadap kegiatan sehari-hari. Latihan dilakukan secara bertahap, dengan intensitas dan durasi yang disesuaikan terhadap kapasitas pasien.

- a. Metode latihan:
 - 1) Latihan naik turun tangga
 - 2) Latihan jalan di lorong atau treadmill
 - 3) Aktivitas fungsional seperti naik-turun kursi, berpindah tempat
- b. Pemantauan selama latihan:
 - 1) Denyut jantung, tekanan darah, SpO_2 , dan laju napas
 - 2) Skala sesak napas (Modified Borg Scale)
 - 3) Tanda kelelahan ekstrem atau gejala intoleransi latihan

3. Program Latihan Aerobik dan Resistensi

Program rehabilitasi pulmonal modern menyertakan latihan aerobik dan latihan resistensi otot untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan kualitas hidup.

- a. Latihan aerobik:
 - 1) Berjalan, bersepeda statis, treadmill
 - 2) Frekuensi: 3–5 hari/minggu
 - 3) Intensitas: sedang (40–60% dari HR maksimum), disesuaikan berdasarkan tes toleransi latihan

- b. Latihan resistensi:
 - 1) Menggunakan beban ringan atau resistance band
 - 2) Fokus pada otot ekstremitas bawah (kuadrisep, gluteus) dan atas (deltoid, pectoralis)
 - 3) Frekuensi: 2–3 kali/minggu
- c. Manfaat:
 - 1) Meningkatkan kekuatan otot perifer
 - 2) Mengurangi kelelahan dan sesak saat aktivitas
 - 3) Menurunkan angka kekambuhan dan perawatan ulang
- 4. Prinsip FITT (Frequency, Intensity, Time, Type)
Prinsip FITT digunakan sebagai dasar perencanaan program latihan yang individual, progresif, dan aman.

Komponen	Penjelasan
Frequency (Frekuensi)	Jumlah sesi latihan per minggu (misalnya: 3–5 hari/minggu)
Intensity (Intensitas)	Derajat beban latihan (misalnya: % HR max, level Borg, VO ₂ max)
Time (Durasi)	Lama latihan per sesi (misalnya: 20–30 menit/sesi)
Type (Jenis Latihan)	Jenis latihan yang digunakan (aerobik, resistensi, kombinasi)

Penerapan prinsip FITT memerlukan evaluasi awal dan penyesuaian berkala, agar latihan tetap berada dalam zona aman dan efektif untuk masing-masing pasien. Penyesuaian juga harus dilakukan berdasarkan respons fisiologis dan gejala yang muncul selama dan setelah latihan.

E. Pembersihan Jalan Napas

Pembersihan jalan napas merupakan intervensi penting dalam fisioterapi pulmonal yang bertujuan untuk memfasilitasi eliminasi sekret dari saluran pernapasan. Sekret yang terakumulasi dapat menyebabkan obstruksi jalan napas, menurunkan efisiensi ventilasi, dan meningkatkan risiko infeksi. Oleh karena itu, intervensi ini sangat

penting, terutama pada pasien dengan gangguan produksi dan/atau eliminasi sekret, seperti pada bronkiektasis, PPOK, dan fibrosis kistik.

Beberapa teknik pembersihan jalan napas yang umum digunakan meliputi:

1. Huffing (Forced Expiratory Technique)

Huffing adalah teknik ekspirasi paksa dengan glotis terbuka, yang lebih aman dan tidak melelahkan dibandingkan batuk biasa. Teknik ini bertujuan untuk menggerakkan sekret dari saluran napas distal ke proksimal.

a. Prosedur: Pasien menarik napas sedang hingga dalam, lalu menghembuskan napas dengan cepat melalui mulut terbuka sambil mengucapkan bunyi “haa”. Teknik ini dapat dilakukan dalam beberapa siklus dan dikombinasikan dengan kontrol napas.

b. Manfaat:

- Menghindari kolaps bronkiolus kecil
- Mengurangi risiko iritasi saluran napas
- Efektif untuk mobilisasi sekret pada saluran napas bagian bawah

2. Postural Drainage

Postural drainage menggunakan gravitasi untuk mengalirkan sekret dari segmen paru ke bronkus utama agar lebih mudah dikeluarkan.

a. Prosedur: Pasien diposisikan sesuai letak anatomi paru yang ingin didrainase. Contohnya, untuk lobus bawah posterior, pasien diletakkan dalam posisi Trendelenburg lateral.

b. Frekuensi: 2–4 kali per hari, masing-masing posisi dipertahankan selama 5–10 menit.

c. Kontraindikasi:

- Hipertensi intrakranial
- Refluks esofagus berat
- Ketidakstabilan hemodinamik

- d. Manfaat:
 - Memfasilitasi aliran sekret ke jalan napas besar
 - Menurunkan risiko atelektasis akibat obstruksi
3. Perkusi dan Vibrasi Toraks

Perkusi dan vibrasi toraks digunakan untuk melonggarkan sekret agar lebih mudah dimobilisasi dan diekspektorasi.

 - a. Perkusi (Clapping):

Dilakukan dengan tangan dalam posisi cangkir, dipukul-pukul lembut dan berirama pada dinding dada di atas segmen paru yang mengalami penumpukan sekret.
 - b. Vibrasi: Dilakukan dengan memberikan tekanan lembut dan getaran saat fase ekspirasi, biasanya setelah perkusi.
 - c. Manfaat:
 - Melonggarkan sekret yang melekat di dinding bronkus
 - Meningkatkan efektivitas batuk dan huffing
4. Suctioning

Suctioning adalah tindakan invasif untuk mengeluarkan sekret secara mekanis menggunakan tekanan negatif, terutama pada pasien yang tidak mampu batuk efektif.

 - a. Indikasi:
 - Pasien dengan endotrakeal tube atau trakeostomi
 - Produksi sekret yang berlebihan
 - Gagal batuk efektif
 - b. Prosedur: Menggunakan kateter steril yang dimasukkan ke jalan napas, dengan tekanan negatif sekitar 80–120 mmHg untuk dewasa.
 - c. Risiko:
 - Trauma mukosa
 - Hipoksia
 - Aritmia vagal
 - d. Pemantauan: SpO₂, RR, HR sebelum dan sesudah prosedur

5. Positive Expiratory Pressure (PEP) Therapy

PEP merupakan teknik pembersihan sekret yang menggunakan alat bantu untuk memberikan tekanan positif selama ekspirasi, menjaga jalan napas tetap terbuka dan mendorong sekret ke saluran napas pusat.

- a. Alat: Flutter, Acapella, PEP mask
- b. Prosedur: Pasien bernapas melalui alat selama 10–20 siklus, diselingi huffing atau batuk. Latihan dilakukan 2–3 kali per hari.
- c. Manfaat:
 - Memperbaiki ventilasi kolateral
 - Mengurangi trapping udara
 - Memfasilitasi mobilisasi sekret distal

Pembersihan jalan napas harus dipilih secara individual, berdasarkan kondisi klinis, kemampuan pasien, dan respon terhadap terapi. Evaluasi dilakukan secara kontinu untuk menilai efektivitas teknik dan menghindari komplikasi.

F. Teknik Mobilisasi Sekret

Teknik mobilisasi sekret merupakan bagian lanjutan dari strategi pembersihan jalan napas yang bertujuan untuk memindahkan sekret dari saluran napas kecil menuju saluran napas besar agar dapat dikeluarkan secara efektif. Teknik ini biasanya digunakan pada pasien dengan akumulasi sekret kronis, penyakit paru obstruktif, atau gangguan mukosiliar.

Mobilisasi sekret membutuhkan pendekatan yang lebih spesifik dan sering kali mengombinasikan beberapa teknik secara berurutan untuk mencapai efektivitas yang maksimal. Teknik-teknik berikut dapat diterapkan baik di fasilitas pelayanan kesehatan maupun sebagai program mandiri di rumah dengan edukasi dan pengawasan yang memadai.

1. Autogenic Drainage

Autogenic drainage (AD) adalah teknik pernapasan terkontrol yang bertujuan untuk memobilisasi sekret dari perifer menuju sentral tanpa menggunakan batuk atau suction. Teknik ini dilakukan secara bertahap dengan tiga fase ventilasi berbeda.

a. Tahapan:

- 1) Unsticking phase: pernapasan rendah dan lambat untuk membuka jalan napas kecil.
- 2) Collecting phase: napas lebih dalam untuk memindahkan sekret ke jalan napas menengah.
- 3) Evacuating phase: napas dalam dan cepat untuk membawa sekret ke saluran napas besar.

b. Keunggulan:

- 1) Tidak memerlukan peralatan khusus
- 2) Mengurangi risiko kolaps jalan napas
- 3) Dapat dilakukan secara mandiri

c. Kelemahan:

- 1) Membutuhkan kemampuan konsentrasi dan koordinasi tinggi
- 2) Tidak cocok untuk pasien dengan gangguan kognitif atau anak-anak

2. Teknik ELTGOL (Expiration Lente Totale Glotte Ouverte en Décubitus Latéral)

Teknik ELTGOL merupakan metode ekspektorasi pasif aktif yang dikembangkan di Prancis, khusus untuk pasien dengan hipersekresi bronkial.

- a. Prinsip: Pasien berbaring menyamping (decubitus lateral) dengan paru yang terkena berada di bawah. Ekspirasi dilakukan perlahan dan dalam dengan glotis terbuka (mirip teknik huffing) untuk memfasilitasi pengaliran sekret secara gravitasi.

- b. Prosedur:
 - 1) Pasien mengambil napas dalam.
 - 2) Menghembuskan napas secara perlahan melalui mulut terbuka tanpa menutup glotis.
 - 3) Posisi bergantian sesuai lokasi sekret.
 - c. Indikasi:
 - 1) PPOK, bronkiektasis, asma kronik dengan retensi sekret
 - 2) Pasien dengan keterbatasan mobilisasi
 - d. Manfaat:
 - 1) Efektif untuk mengalirkan sekret distal
 - 2) Dapat dikombinasikan dengan vibrasi atau perkusi
3. Kombinasi Teknik Pembersihan Sekret
- Dalam praktik klinis, mobilisasi sekret paling efektif dilakukan melalui kombinasi teknik yang saling melengkapi. Kombinasi dapat disesuaikan berdasarkan kondisi pasien, lokasi sekret, dan kemampuan fisik.
- a. Contoh kombinasi yang umum:
 - 1) Postural drainage + perkusi + huffing
 - 2) PEP therapy + ACBT + suction
 - 3) Autogenic drainage + vibrasi + posisi trendelenburg
 - b. Prinsip kombinasi teknik:
 - 1) Gunakan teknik pasif terlebih dahulu untuk mobilisasi sekret (misal postural drainage).
 - 2) Lanjutkan dengan teknik aktif (huffing, ACBT) untuk evakuasi sekret.
 - 3) Evaluasi secara real time respons pasien (SpO_2 , RR, kenyamanan).
 - c. Kriteria Keberhasilan:
 - 1) Sekret berhasil keluar melalui batuk atau suction
 - 2) Penurunan suara napas tambahan (ronki basah)
 - 3) Peningkatan saturasi oksigen dan penurunan sesak napas

Penggunaan teknik mobilisasi sekret memerlukan keterampilan klinis, penguasaan teknik, serta kemampuan evaluasi kondisi pasien secara menyeluruh. Edukasi kepada pasien dan keluarga juga penting agar teknik dapat dilakukan secara mandiri dan aman di luar fasilitas medis.

G. Edukasi dan Manajemen Diri

Edukasi dan manajemen diri merupakan bagian integral dari intervensi fisioterapi pada pasien pulmonal, khususnya dalam konteks rehabilitasi jangka panjang. Fisioterapis tidak hanya berperan dalam pemberian terapi fisik, tetapi juga sebagai fasilitator perubahan perilaku dan peningkatan kapasitas pasien dalam mengelola kondisinya secara mandiri.

Pasien dengan penyakit paru kronik seperti PPOK, asma, atau fibrosis paru sering menghadapi tantangan dalam mengontrol gejala, mengenali eksaserbasi dini, dan mempertahankan kualitas hidup. Oleh karena itu, edukasi yang efektif dapat meningkatkan kepatuhan terapi, menurunkan angka kekambuhan, dan memperbaiki outcome klinis jangka panjang.

1. Edukasi Penggunaan Alat Bantu Pernapasan

Penggunaan alat bantu seperti inhaler, nebulizer, incentive spirometer, atau PEP device sering kali menjadi bagian dari terapi pasien. Fisioterapis harus memastikan pasien:

- Memahami cara penggunaan yang benar.
- Dapat mengenali tanda-tanda ketidakefektifan terapi.
- Mengetahui cara membersihkan dan menyimpan alat dengan higienis.

Contoh edukasi penggunaan inhaler:

- Kocok inhaler sebelum digunakan.
- Buang napas terlebih dahulu.
- Tarik napas dalam saat menekan alat.
- Tahan napas selama 10–5 detik.

Kesalahan penggunaan alat sering menyebabkan terapi menjadi tidak efektif, sehingga pelatihan secara langsung (demonstrasi dan praktik) sangat penting.

2. Pencegahan Eksaserbasi dan Infeksi Saluran Pernapasan
Pasien perlu dibekali dengan informasi praktis tentang bagaimana mencegah kondisi memburuk, terutama di luar rumah sakit.

Edukasi mencakup:

- Menghindari paparan asap rokok, polusi udara, dan alergen.
- Menerima vaksinasi rutin (influenza, pneumonia).
- Mengelola stres dan gangguan tidur.
- Teknik cuci tangan dan etika batuk yang benar.
- Pemantauan gejala (peningkatan batuk, perubahan warna sekret, sesak napas).

Pasien juga perlu diajarkan untuk mengenali tanda-tanda eksaserbasi dini dan segera mencari pertolongan medis.

3. Manajemen Gejala dan Teknik Relaksasi
Pasien dengan gangguan napas kronik sering mengalami kecemasan dan ketakutan berlebih yang dapat memperburuk gejala fisik. Maka, edukasi teknik relaksasi sangat penting untuk membantu pasien mengendalikan gejala.

Teknik yang dapat diajarkan:

- Pernapasan diafragma saat sesak
- Latihan relaksasi otot progresif
- Teknik visualisasi dan mindfulness sederhana
- Pacing aktivitas (mengatur ritme aktivitas harian)

Dengan latihan teratur, pasien dapat mengurangi ketergantungan pada bantuan eksternal dan meningkatkan rasa percaya diri dalam mengelola penyakitnya.

4. Pemantauan Mandiri di Rumah
Pasien sebaiknya memiliki pemahaman dasar tentang cara memantau status pernapasan mereka secara mandiri:

- Alat bantu: oksimeter, termometer, peak flow meter.
- Catatan harian: mencatat gejala, frekuensi penggunaan inhaler, dan aktivitas yang memicu sesak.
- Sinyal peringatan: penurunan $SpO_2 > 90\%$, sesak napas yang tidak membaik, demam tinggi.

Fisioterapis dapat menganjurkan penggunaan lembar pemantauan gejala sebagai bagian dari program follow-up rehabilitasi.

Dengan pendekatan edukatif dan kolaboratif, pasien dapat menjadi aktor utama dalam pengelolaan penyakitnya. Peran fisioterapis tidak hanya sebagai terapis fisik, tetapi juga sebagai pendidik dan pendamping pasien dalam membangun kemandirian hidup dengan gangguan pernapasan kronis.

H. Evaluasi Hasil Intervensi

Evaluasi hasil intervensi merupakan bagian penting dalam proses fisioterapi yang bertujuan untuk menilai efektivitas terapi yang telah diberikan, serta sebagai dasar untuk melakukan penyesuaian strategi intervensi. Evaluasi dilakukan secara berkelanjutan selama proses terapi dan mencakup parameter subjektif maupun objektif.

Evaluasi yang sistematis memungkinkan fisioterapis untuk mengidentifikasi kemajuan, mengukur pencapaian tujuan terapi, serta mendeteksi kemungkinan komplikasi atau respon negatif terhadap intervensi.

1. Parameter Klinis

Evaluasi parameter klinis penting untuk mengetahui status respirasi dan sirkulasi pasien secara langsung.

- Frekuensi napas (RR): Normal 20–12x/menit. Penurunan RR setelah terapi menunjukkan perbaikan kerja napas.
- Frekuensi denyut jantung (HR): Penurunan HR pada intensitas aktivitas yang sama mengindikasikan peningkatan toleransi latihan.

- Tekanan darah (TD): Digunakan untuk memantau respon hemodinamik selama latihan.
- Saturasi oksigen (SpO₂): Nilai \geq %90 menunjukkan oksigenasi yang cukup. Evaluasi dilakukan saat istirahat dan selama aktivitas.

2. Skala Gejala Subjektif

Beberapa skala subjektif digunakan untuk menilai persepsi pasien terhadap gejala:

- Modified Borg Scale (10–0): Mengukur tingkat sesak napas atau kelelahan otot.
- MRC Dyspnea Scale (5–1): Menilai sesak napas dalam aktivitas sehari-hari.
- Skala Nyeri: Relevan pada pasien pasca operasi toraks atau dengan kondisi muskuloskeletal penyerta.

Evaluasi gejala subjektif penting untuk menyesuaikan intensitas terapi serta mengarahkan pendekatan edukatif dan psikologis yang diperlukan.

3. Tes Fungsional

Tes ini digunakan untuk mengevaluasi kapasitas fungsional sistem kardiorespirasi dan toleransi aktivitas pasien:

- -6Minute Walk Test (6MWT): Mengukur jarak tempuh pasien selama 6 menit berjalan di permukaan datar. Digunakan untuk menilai kapasitas fungsional dan prognosis.
- Tes naik turun tangga (Step Test): Menilai respon fisiologis terhadap latihan submaksimal.
- Sit-to-Stand Test: Alternatif untuk menilai kekuatan otot dan toleransi aktivitas pada pasien yang tidak mampu berjalan jauh.

4. Evaluasi Kualitas Hidup

Evaluasi kualitas hidup penting untuk menilai dampak fungsional dan psikososial dari penyakit paru serta efektivitas jangka panjang intervensi fisioterapi.

- *COPD Assessment Test (CAT)*: Menilai gejala dan dampaknya terhadap kehidupan sehari-hari pada pasien PPOK.
 - *St. George's Respiratory Questionnaire (SGRQ)*: Digunakan untuk menilai kesehatan, fungsi fisik, dan persepsi pasien terhadap penyakit paru.
5. Interpretasi dan Dokumentasi Evaluasi
- Setelah dilakukan evaluasi, fisioterapis wajib:
- Membandingkan hasil dengan nilai awal (pre-post test)
 - Mengidentifikasi capaian dan hambatan terapi
 - Mendokumentasikan hasil evaluasi dalam format yang sistematis, seperti SOAP (Subjective, Objective, Assessment, Plan)
 - Merekomendasikan tindak lanjut atau modifikasi program berdasarkan hasil evaluasi

Evaluasi yang terstandarisasi dan konsisten tidak hanya mendukung proses terapi yang efektif, tetapi juga meningkatkan akuntabilitas profesional fisioterapis dalam praktik klinik. Mahasiswa fisioterapi harus mampu menguasai instrumen evaluasi ini dan menginterpretasikannya secara kritis dalam konteks klinis nyata.

I. Dokumentasi dan Catatan Perkembangan

Dokumentasi adalah bagian tak terpisahkan dari praktik fisioterapi profesional yang bertujuan untuk mencatat proses penilaian, intervensi, evaluasi, serta perkembangan pasien secara sistematis. Dalam konteks fisioterapi kardiopulmonal, dokumentasi menjadi sangat penting mengingat potensi risiko yang tinggi dan perlunya pemantauan kondisi pasien secara ketat dari waktu ke waktu.

Dokumentasi yang baik mencerminkan profesionalisme, membantu koordinasi tim multidisipliner, menjadi alat komunikasi klinis, dan berfungsi sebagai bukti legal atas tindakan yang telah dilakukan.

1. Format Dokumentasi: SOAP

Format SOAP (Subjective, Objective, Assessment, Plan) adalah pendekatan standar dalam mencatat intervensi fisioterapi:

a. Subjective (S):

Informasi dari pasien terkait keluhan, tingkat sesak napas, kelelahan, atau gejala lain. Contoh: “Pasien mengeluhkan sesak saat naik tangga, skala Borg 5/10.”

b. Objective (O):

Hasil pengukuran dan observasi fisioterapis.

Contoh: RR: 24x/menit, SpO₂: 91% saat aktivitas, hasil 6MWT: 250 m.

c. Assessment (A):

Analisis fisioterapis terhadap kondisi pasien berdasarkan data S dan O. Contoh: “Toleransi aktivitas pasien menurun, terdapat peningkatan sesak napas dan penurunan jarak tempuh pada 6MWT dibandingkan evaluasi sebelumnya.”

d. Plan (P):

Rencana terapi berikutnya, termasuk modifikasi teknik atau penambahan latihan. Contoh: “Lanjutkan ACBT dan latihan jalan ringan, evaluasi ulang 3 hari ke depan.”

2. Catatan Harian Perkembangan Terapi

Setiap sesi terapi harus dicatat secara ringkas namun lengkap, dengan mencantumkan:

- Teknik yang digunakan (misalnya: huffing, postural drainage, PEP)
- Respons pasien terhadap intervensi
- Parameter vital sebelum dan sesudah terapi
- Masukan pasien terhadap kenyamanan dan efektivitas latihan

3. Catatan Edukasi dan Kepatuhan Pasien

Dokumentasi juga harus mencakup:

- Materi edukasi yang diberikan (penggunaan inhaler, teknik relaksasi)
- Tingkat pemahaman pasien
- Kepatuhan terhadap latihan mandiri atau pemantauan gejala di rumah

4. Evaluasi Akhir dan Rekomendasi Lanjutan

Setelah terapi selesai, fisioterapis wajib menyusun ringkasan evaluasi akhir yang mencakup:

- Pencapaian tujuan terapi
- Kelemahan atau hambatan selama terapi
- Rekomendasi untuk fisioterapi lanjutan, terapi rujukan, atau latihan mandiri di rumah

Dokumentasi yang konsisten dan akurat sangat membantu dalam perencanaan terapi, komunikasi tim medis, serta pelaporan data untuk audit mutu dan pengembangan layanan fisioterapi. Mahasiswa fisioterapi harus dilatih untuk mendokumentasikan semua kegiatan klinis dengan cara yang terstruktur dan sesuai etika profesi.

J. Ikhtisar

berbagai intervensi fisioterapi yang ditujukan untuk pasien dengan gangguan paru, baik akut maupun kronik. Intervensi bertujuan untuk memperbaiki pola napas, meningkatkan ventilasi, mengelola sekret, serta meningkatkan kapasitas fungsional pasien.

Beberapa teknik utama meliputi:

- Latihan pernapasan seperti pernapasan diafragma dan pursed-lip breathing, untuk menurunkan kerja napas dan meningkatkan efisiensi ventilasi.
- Positioning digunakan untuk memaksimalkan ekspansi paru dan memfasilitasi drainase sekret berdasarkan pengaruh gravitasi.

- Mobilisasi dan latihan fisik dilakukan secara bertahap, dengan prinsip FITT (frekuensi, intensitas, waktu, dan jenis latihan) untuk meningkatkan toleransi aktivitas.
- Pembersihan jalan napas dan mobilisasi sekret mencakup teknik aktif dan pasif seperti huffing, postural drainage, perkusi, suctioning, autogenic drainage, dan ELTGOL.
- Edukasi dan manajemen diri memperkuat kemandirian pasien dalam mengelola gejala dan mencegah kekambuhan, termasuk pelatihan penggunaan alat bantu napas.
- Evaluasi dilakukan dengan mengamati tanda vital, respon gejala, hasil tes fungsional, dan kualitas hidup pasien.
- Dokumentasi dilakukan secara sistematis untuk mencatat perkembangan terapi, mendukung komunikasi tim, dan menjamin keselamatan klinis.

Keseluruhan intervensi harus disesuaikan dengan kondisi klinis pasien dan dievaluasi secara berkala untuk menjamin efektivitas dan keamanan terapi.

K. Latihan Soal

1. Teknik pernapasan yang paling efektif untuk mengurangi kerja napas pada pasien PPOK adalah:
 - a. Segmental breathing
 - b. Pursed-lip breathing
 - c. Huffing
 - d. Breath stacking
2. Posisi yang paling tepat untuk memfasilitasi ekspansi paru pada pasien dengan sesak napas adalah:
 - a. Supine
 - b. Semi-Fowler
 - c. Prone
 - d. Trendelenburg
3. Teknik yang digunakan untuk membersihkan sekret tanpa menutup glotis adalah:
 - a. Coughing
 - b. Perkusi
 - c. Huffing
 - d. Suctioning

4. Manfaat utama dari penggunaan PEP (*Positive Expiratory Pressure*) adalah:
 - a. Meningkatkan RR
 - b. Menekan produksi sekret
 - c. Membuka jalan napas distal dan membantu mobilisasi sekret
 - d. Menurunkan tekanan darah
5. Prinsip FITT dalam latihan fisik mencakup semua berikut, kecuali:
 - a. Frequency
 - b. Feedback
 - c. Intensity
 - d. Time

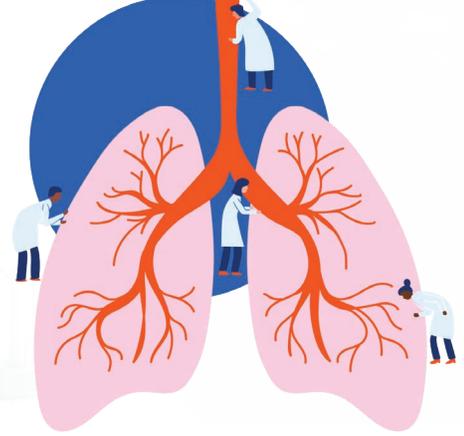
L. Referensi

- Sakti, R. P., & Maria, R. (2022). Breathing Exercise untuk Meningkatkan Fungsi Respirasi pada Pasien Pasca Pembedahan Abdomen. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 6(1), 53–61. <https://doi.org/10.31539/jks.v6i1.3807>
- Kurniawati, L., & Wahyudi, A. S. (2022). Efek Emotional Freedom Technique dan Deep Breathing Exercise terhadap Penurunan Kecemasan Pasien. *Journal of Telenursing (JOTING)*, 4(2), 853–862.
- Abdallah, M., & Elmarakby, A. (2016). *Improved Training for Physical and Respiratory Therapists using System-on-Chip Technology*. 2016(2). <https://doi.org/10.4172/2573-0312.1000106>
- Ike, D., Pires, V. A., & Costa, D. (2009). *DRENAGEM POSTURAL: prática e evidência Postural drainage: practice and evidence*. <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/RFM?dd1=2607&d-d99=pdf>
- Hazari, A., Kalyana, C. B., Gupta, R., Deokule, P., & Amaravadi, S. K. (2017). Effect of Postural Drainage Positions on Vital Parameters in Asymptomatic Healthy Individuals. *International*

Journal of Physiotherapy, 4(1). <https://doi.org/10.15621/IJ-PHY/2017/V4I1/136164>

Janaki, M. (2016). *A Study to Evaluate the Effectiveness of Autogenic Drainage and Postural Drainage for Improving Pulmonary Functions in Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Diseases*. <http://repository-tnmgrmu.ac.in/6500/>

BAB VII



MANAJEMEN KESELAMATAN FISIOTERAPIS DAN PASIEH DALAM PENATALAKSANAAN KARDIOPULMONAL

A. Pendahuluan

Penatalaksanaan fisioterapi pada pasien kardiopulmonal merupakan intervensi yang kompleks dan menuntut kehati-hatian tinggi. Pasien dengan gangguan sistem jantung dan paru memiliki risiko tinggi terhadap perubahan fisiologis mendadak seperti hipoksia, hipotensi, aritmia, atau bahkan henti jantung. Di sisi lain, fisioterapis sebagai tenaga kesehatan juga menghadapi potensi bahaya seperti infeksi nosokomial, cedera muskuloskeletal akibat posisi kerja yang tidak ergonomis, dan paparan aerosol pada tindakan pembersihan jalan napas.

Dalam konteks inilah, manajemen keselamatan menjadi elemen esensial yang wajib dikuasai oleh setiap fisioterapis. Tujuan utama manajemen keselamatan adalah untuk:

1. Melindungi pasien dari komplikasi selama dan setelah terapi,
2. Melindungi fisioterapis dari risiko cedera atau infeksi dalam pelaksanaan intervensi klinis,
3. Menjamin pelaksanaan intervensi yang etis, profesional, dan berbasis bukti (evidence-based),
4. Meningkatkan mutu pelayanan fisioterapi secara keseluruhan.

Keselamatan harus dikelola secara sistematis melalui penerapan standar prosedur operasional (SPO), penggunaan alat pelindung diri (APD), pelatihan penanganan kondisi darurat, serta sistem dokumentasi dan pelaporan kejadian yang transparan. Aspek keselamatan juga mencakup kesiapan fasilitas, kelayakan alat bantu, serta kesiapan fisik dan psikologis tenaga fisioterapi dalam menjalankan tugas.

Dalam bab ini, akan dibahas berbagai aspek manajemen keselamatan, baik dari sisi pasien maupun fisioterapis, mencakup identifikasi risiko klinis, protokol keamanan, prinsip ergonomi kerja, serta prosedur dokumentasi kejadian insiden. Diharapkan setelah mempelajari bab ini, mahasiswa tidak hanya mampu memberikan intervensi yang efektif, tetapi juga aman dan bertanggung jawab secara profesional.

B. Risiko Klinis pada Pasien Kardiopulmonal

Pasien dengan gangguan kardiopulmonal memiliki kerentanan fisiologis yang tinggi terhadap berbagai komplikasi saat dilakukan intervensi fisioterapi. Risiko ini bisa meningkat karena kondisi penyakit yang mendasari, status klinis yang tidak stabil, hingga respon tubuh yang tidak terduga terhadap stimulasi fisik seperti latihan, mobilisasi, atau teknik pembersihan jalan napas.

Oleh karena itu, sebelum, selama, dan setelah sesi fisioterapi, fisioterapis wajib memahami dan memantau risiko klinis yang mungkin terjadi sebagai bagian dari upaya preventif dan responsif.

1. Hipoksemia dan Desaturasi

Hipoksemia (penurunan kadar oksigen dalam darah) merupakan komplikasi paling umum yang dapat terjadi selama latihan atau mobilisasi. Ini terjadi akibat ketidakseimbangan antara kebutuhan dan suplai oksigen, terutama pada pasien dengan penyakit paru kronik.

a. Tanda klinis:

- SpO₂ < 90%
- Peningkatan RR, sesak napas, sianosis, gelisah

b. Pencegahan:

- Monitor saturasi sebelum dan selama intervensi
- Berikan oksigen tambahan jika diperlukan
- Hindari latihan intensitas tinggi tanpa supervisi

2. Ketidakseimbangan Hemodinamik

Intervensi seperti mobilisasi dini atau latihan resistensi dapat mempengaruhi tekanan darah dan denyut jantung. Pada pasien dengan penyakit jantung, ini dapat memicu hipotensi ortostatik, hipertensi reaktif, atau aritmia.

a. Risiko umum:

- Hipotensi postural
- Palpitasi atau takikardia
- Pusing atau sinkop

b. Pencegahan:

- Lakukan perubahan posisi secara bertahap (bed → duduk → berdiri)
- Periksa tekanan darah dan denyut jantung secara berkala
- Batasi durasi latihan awal untuk pasien risiko tinggi

3. Reaksi Vasovagal atau Sinkop

Latihan pernapasan dalam, nyeri, atau kecemasan dapat memicu reaksi vasovagal, yang menyebabkan penurunan denyut jantung dan tekanan darah secara mendadak.

a. Gejala:

- Pucat, keringat dingin, pusing, penurunan kesadaran

b. Pencegahan:

- Bangun komunikasi yang menenangkan pasien
- Lakukan teknik secara bertahap dan tidak memaksakan
- Siapkan alat resusitasi dasar bila diperlukan

4. Kelelahan Ekstrem dan Intoleransi Latihan

Pasien dengan kapasitas fungsional rendah dapat mengalami kelelahan hebat hanya dari aktivitas ringan, yang dapat memicu eksaserbasi gejala.

a. Gejala:

- Kelelahan yang tidak membaik dengan istirahat
- Nafas cepat, denyut jantung berlebih, malaise

b. Pencegahan:

- Gunakan skala Borg dan parameter vital sebagai panduan intensitas
- Terapkan prinsip pacing (pengaturan ritme dan jeda aktivitas)
- Hindari latihan beruntun tanpa pemulihan

5. Risiko Infeksi Nosokomial

Pasien kardiopulmonal, khususnya yang dirawat inap, memiliki risiko infeksi sekunder akibat imobilitas dan intervensi invasif (misalnya: suction, oksigen nasal, nebulisasi).

a. Upaya pencegahan:

- Cuci tangan dan penggunaan APD yang tepat
- Edukasi pasien dan keluarga tentang etika batuk
- Sterilisasi alat bantu napas secara berkala

Identifikasi dini terhadap potensi risiko memungkinkan fisioterapis untuk menyusun intervensi yang aman, adaptif, dan berorientasi pada hasil klinis yang optimal. Evaluasi menyeluruh terhadap kondisi pasien harus selalu menjadi langkah awal sebelum memulai terapi apa pun.

C. Protokol Keamanan Pasien

Protokol keamanan pasien dalam fisioterapi kardiopulmonal adalah rangkaian langkah sistematis yang harus dilakukan oleh fisioterapis sebelum, selama, dan setelah terapi untuk memastikan bahwa tindakan yang diberikan tidak menimbulkan bahaya atau komplikasi bagi pasien. Standar ini mengacu pada prinsip kehati-hatian klinis (clinical safety), praktik berbasis bukti, serta etika profesional.

1. Penilaian Awal Sebelum Intervensi

Sebelum memulai sesi fisioterapi, fisioterapis wajib melakukan penilaian menyeluruh terhadap kondisi klinis pasien, termasuk:

- Pemeriksaan tanda vital dasar: frekuensi napas (RR), denyut jantung (HR), tekanan darah (TD), saturasi oksigen (SpO₂).
- Riwayat penyakit: gangguan jantung, asma, PPOK, diabetes, hipertensi.
- Pemeriksaan klinis: pola napas, suara napas, kelelahan, edema, status mental.

Tujuan: Menentukan apakah pasien berada dalam kondisi stabil dan layak untuk menjalani intervensi.

2. Kriteria Penghentian Terapi

Untuk mencegah komplikasi, terapi harus dihentikan segera bila ditemukan tanda-tanda berikut:

- SpO₂ < 88% selama aktivitas, tidak membaik dengan istirahat
- Tekanan darah sistolik > 180 mmHg atau < 90 mmHg
- HR > 120 bpm atau aritmia tidak terkontrol
- Pusing hebat, nyeri dada, atau kehilangan kesadaran

- Pasien menunjukkan ketakutan, kecemasan berlebih, atau tidak kooperatif

Langkah lanjut: Hentikan terapi, berikan posisi aman, pantau tanda vital, dan segera laporkan ke tim medis.

3. Monitoring Selama Terapi

Monitoring dilakukan secara kontinu untuk mendeteksi perubahan fisiologis yang mungkin terjadi selama terapi berlangsung.

- Monitor klinis: Oximeter, tensimeter, jam tangan detak jantung (jika tersedia).
- Pemantauan subjektif: Skala Borg, keluhan pasien terhadap sesak napas atau kelelahan.
- Posisi tubuh: Pastikan pasien berada pada posisi ergonomis, aman, dan mampu menunjang fungsi pernapasan optimal.

4. Manajemen Situasi Darurat

Fisioterapis harus memiliki pengetahuan dasar penanganan kondisi darurat kardiopulmonal.

a. Langkah kesiapsiagaan:

- Ketahui lokasi dan cara penggunaan alat resusitasi (oximeter, ambu bag, AED)
- Komunikasi cepat dengan tim medis bila terjadi kondisi kritis
- Latihan simulasi (mock drill) secara berkala

b. SOP dasar dalam kondisi kritis:

- Hentikan terapi → Pastikan jalan napas → Posisikan pasien semi-Fowler → Monitor vital → Aktivasi tim gawat darurat rumah sakit

5. Komunikasi dan Persetujuan Terinformasi

Sebelum terapi dilakukan, fisioterapis wajib menjelaskan prosedur terapi secara ringkas dan jelas kepada pasien.

- a. Komunikasi efektif:
 - Gunakan bahasa yang mudah dipahami
 - Hindari istilah teknis yang membingungkan
 - Tanyakan ulang apakah pasien memahami dan bersedia menjalani prosedur
- b. Persetujuan tindakan:
 - Penting untuk memastikan pasien menyetujui intervensi (khususnya intervensi invasif seperti suctioning)
 - Untuk pasien dengan gangguan kognitif, komunikasikan dengan keluarga atau wali

Penerapan protokol keamanan ini akan meningkatkan keselamatan terapi, membangun kepercayaan pasien terhadap layanan fisioterapi, serta melindungi fisioterapis dari tuntutan hukum akibat kelalaian klinis.

D. Keselamatan Fisioterapis

Selain memastikan keselamatan pasien, fisioterapis juga harus memperhatikan keselamatan dirinya sendiri selama memberikan pelayanan, terutama dalam lingkungan kerja yang menuntut aktivitas fisik berulang, kontak langsung dengan pasien, dan potensi paparan infeksi. Risiko terhadap fisioterapis dapat berasal dari aspek biomekanik, ergonomi kerja yang buruk, paparan biologis, hingga kelelahan mental dan emosional.

Upaya menjaga keselamatan tenaga fisioterapi merupakan bagian dari tanggung jawab profesional dan institusional dalam menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan berkelanjutan.

1. Prinsip Body Mechanics dan Ergonomi Kerja

Banyak intervensi fisioterapi, seperti mobilisasi pasien, latihan resistensi, dan teknik pembersihan jalan napas, memerlukan tenaga dan posisi kerja spesifik. Posisi kerja yang salah dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal, terutama pada punggung bawah, bahu, dan pergelangan tangan.

- a. Prinsip body mechanics yang aman:
 - Jaga punggung tetap lurus, lutut sedikit ditekuk
 - Gunakan otot besar (seperti paha dan bokong) saat mengangkat
 - Hindari gerakan memutar tubuh saat mengangkat atau mendorong
 - Dekatkan tubuh ke pasien atau objek untuk meminimalkan tumpuan
 - b. Gunakan alat bantu:
 - Kursi roda, papan transfer, belt transfer
 - Hindari mengangkat pasien sendirian jika berat badan pasien melebihi batas kemampuan fisik fisioterapis
2. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
- Dalam penatalaksanaan pasien kardiopulmonal, fisioterapis sering terpapar droplet dan aerosol, terutama saat melakukan suctioning atau teknik pembersihan jalan napas. Oleh karena itu, penggunaan APD sesuai risiko paparan sangat penting.
- a. Jenis APD yang diperlukan:
 - Masker medis (minimal masker bedah; N95 untuk tindakan aerosol)
 - Sarung tangan
 - Face shield atau goggles
 - Apron atau gown tahan cairan
 - b. Prinsip penggunaan:
 - APD harus dikenakan sebelum kontak dengan pasien
 - Ganti APD setelah satu pasien, terutama jika terkontaminasi
 - Cuci tangan sebelum dan sesudah melepas APD
3. Pencegahan Infeksi Silang
- Fisioterapis harus mengikuti prinsip kontrol infeksi standar untuk mencegah penularan penyakit dari satu pasien ke pasien lainnya maupun ke dirinya sendiri.

- a. Langkah penting:
 - Cuci tangan dengan sabun/hand sanitizer sebelum dan sesudah terapi
 - Disinfeksi peralatan sebelum digunakan kembali
 - Hindari kontak langsung dengan sekret pasien tanpa APD

4. Manajemen Stres Kerja dan Kesehatan Mental

Fisioterapis yang menangani pasien kardiopulmonal, terutama dalam kondisi kronis atau terminal, berisiko mengalami kelelahan emosional dan burnout.

- a. Strategi manajemen:
 - Jaga keseimbangan kerja dan istirahat
 - Ikut serta dalam diskusi tim klinis untuk dukungan emosional
 - Lakukan aktivitas relaksasi atau olahraga ringan secara rutin
 - Sampaikan beban kerja berlebihan kepada supervisor secara profesional

Keselamatan fisioterapis adalah aspek yang tidak boleh diabaikan. Praktik yang aman, ergonomis, dan higienis bukan hanya melindungi diri sendiri, tetapi juga memastikan kelangsungan layanan fisioterapi yang berkualitas. Mahasiswa fisioterapi harus dibekali pemahaman ini sejak dini agar terbiasa bekerja dengan standar profesional yang tinggi.

E. Dokumentasi Kejadian dan Evaluasi Keselamatan

Dalam praktik klinis fisioterapi, baik pasien maupun fisioterapis berpotensi mengalami kejadian yang tidak diinginkan, mulai dari insiden ringan hingga kejadian serius yang dapat mengancam keselamatan. Oleh karena itu, diperlukan sistem dokumentasi dan

evaluasi keselamatan yang terstruktur sebagai bagian dari manajemen risiko klinis.

Dokumentasi tidak hanya berfungsi sebagai alat rekam medis, tetapi juga sebagai dasar perbaikan mutu layanan, pelaporan insiden, serta pembelajaran profesional untuk mencegah kejadian serupa di masa depan.

1. Dokumentasi Kejadian Klinis

Kejadian yang perlu didokumentasikan antara lain:

- Penurunan SpO₂ mendadak saat terapi
- Aritmia selama latihan
- Cedera pasien akibat jatuh/mobilisasi
- Cedera atau keluhan muskuloskeletal pada fisioterapis
- Kontaminasi atau paparan cairan tubuh pasien

Isi laporan kejadian (incident report):

- Waktu dan lokasi kejadian
- Deskripsi singkat kejadian
- Nama pasien atau fisioterapis yang terlibat
- Tindakan yang dilakukan segera setelah kejadian
- Evaluasi penyebab dan rekomendasi pencegahan

Dokumentasi kejadian harus dilakukan secepat mungkin setelah insiden terjadi, bersifat objektif dan tanpa asumsi menyalahkan pihak tertentu.

2. Evaluasi Protokol Keselamatan

Evaluasi terhadap efektivitas protokol keselamatan perlu dilakukan secara berkala oleh institusi atau unit pelayanan fisioterapi. Evaluasi ini mencakup:

- Kepatuhan terhadap SOP intervensi
- Kelengkapan penggunaan APD
- Frekuensi kejadian tidak diinginkan
- Respon terhadap kondisi darurat

Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar revisi prosedur, pelatihan ulang staf, atau perbaikan fasilitas pelayanan.

3. Audit Keselamatan Internal

Audit keselamatan klinis merupakan kegiatan sistematis untuk menilai risiko kerja dan mutu intervensi berdasarkan standar praktik profesional.

a. Metode audit:

- Observasi langsung praktik fisioterapis
- Review dokumentasi dan laporan kejadian
- Wawancara staf dan pasien

b. Tujuan:

- Menilai kesesuaian prosedur dengan kebijakan
- Mengidentifikasi titik rawan risiko
- Menyusun rencana tindak lanjut dan pelatihan

4. Peningkatan Berkelanjutan (Continuous Quality Improvement)

Setiap temuan dari dokumentasi kejadian dan audit harus ditindaklanjuti dengan langkah perbaikan:

- Revisi SOP bila diperlukan
- Pelatihan atau workshop keselamatan
- Peningkatan fasilitas (contoh: alat bantu transfer, ventilasi ruang)
- Pelibatan seluruh tim dalam budaya kerja aman

Pendekatan ini memastikan bahwa keselamatan bukan hanya tanggung jawab individu, tetapi merupakan bagian dari budaya organisasi.

F. Ikhtisar

Manajemen keselamatan fisioterapis dan pasien adalah komponen fundamental dalam praktik fisioterapi kardiopulmonal. Keselamatan tidak hanya mencegah komplikasi, tetapi juga membangun kepercayaan, meningkatkan kualitas layanan, serta mendukung profesionalisme tenaga fisioterapi. Mahasiswa fisioterapi harus dibekali pemahaman dan keterampilan manajemen risiko sejak tahap

akademik agar mampu menjalankan intervensi yang efektif, etis, dan aman.

Pentingnya aspek keselamatan dalam praktik fisioterapi kardiopulmonal, baik untuk pasien maupun fisioterapis. Pasien dengan gangguan jantung dan paru memiliki risiko tinggi terhadap komplikasi seperti hipoksemia, hipotensi, aritmia, kelelahan ekstrem, dan intoleransi latihan. Oleh karena itu, fisioterapis harus mampu melakukan identifikasi risiko, pemantauan ketat, serta penanganan darurat yang cepat dan tepat.

Protokol keamanan pasien meliputi penilaian kondisi sebelum terapi, kriteria penghentian terapi, monitoring selama intervensi, serta komunikasi yang jelas dan etis. Keselamatan fisioterapis juga menjadi fokus utama, mencakup prinsip body mechanics untuk mencegah cedera kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk mencegah infeksi, serta manajemen stres dalam lingkungan kerja yang intensif. Dokumentasi kejadian klinis, baik untuk pelaporan insiden maupun untuk evaluasi mutu pelayanan. Audit keselamatan dan perbaikan berkelanjutan dilakukan untuk memastikan bahwa standar keselamatan terapeetik selalu terjaga. Dengan memahami dan menerapkan manajemen keselamatan secara menyeluruh, fisioterapis tidak hanya melindungi pasien dan dirinya sendiri, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas layanan fisioterapi yang profesional, etis, dan berkelanjutan.

G. Latihan Soal

1. Risiko klinis yang **paling umum** terjadi selama latihan pada pasien kardiopulmonal adalah:
 - a. Hipertensi intrakranial
 - b. Hipoksemia
 - c. Dislokasi sendi
 - d. Ruptur otot
2. Suatu sesi latihan dihentikan karena pasien menunjukkan SpO₂ 86% dan keluhan pusing. Tindakan yang paling tepat adalah:

- a. Lanjutkan terapi dengan pengawasan ketat
 - b. Hentikan terapi dan laporkan ke tim medis
 - c. Lanjutkan dengan latihan resistensi
 - d. Ganti dengan teknik mobilisasi sekret
3. Berikut adalah contoh penggunaan APD yang tepat saat melakukan suctioning:
- a. Masker kain dan sarung tangan
 - b. Masker N95, sarung tangan, face shield, dan apron
 - c. Masker medis dan penutup kepala
 - d. Tidak perlu APD jika pasien stabil
4. Prinsip body mechanics yang baik saat mengangkat pasien adalah:
- a. Punggung melengkung, kaki lurus
 - b. Punggung lurus, lutut ditekuk
 - c. Mengangkat dengan tangan lurus
 - d. Berdiri jauh dari pasien
5. Tujuan dokumentasi kejadian insiden adalah:
- a. Melindungi pasien dari sanksi
 - b. Menghindari kerja tambahan
 - c. Menjadi dasar evaluasi keselamatan dan perbaikan layanan
 - d. Meningkatkan pendapatan rumah sakit

H. Referensi

- American Physical Therapy Association. (2018). *Guide to Physical Therapist Practice 3.0*. Alexandria, VA: APTA.
- Hodson, M., Roberts, C. M., & Smith, R. (2020). *Respiratory Care: Assessment and Management*. Elsevier Health Sciences.
- Hough, A. (2017). *Physiotherapy in Respiratory Care: An Evidence-Based Approach to Respiratory and Cardiac Management* (4th ed.). Cengage Learning.

- World Health Organization. (2009). *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: First Global Patient Safety Challenge Clean Care is Safer Care*. Geneva: WHO Press.
- Pryor, J. A., & Prasad, S. A. (2008). *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems: Adults and Paediatrics* (4th ed.). Elsevier.
- Robertson, V., Ward, A., Low, J., & Reed, A. (2013). *Clinical Education in Physical Therapy: Safety and Risk Management*. Mosby Elsevier.
- Sharma, G., & Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clinical Interventions in Aging*, 1(3), 253–260.
- Wiles, R., & Barnard, M. (2016). *Risk, Safety, and Clinical Practice in Health Care*. Routledge.
- Zafiroopoulos, B., Alison, J., & McCarren, B. (2014). *Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems: An Evidence-Based Approach* (5th ed.). Elsevier.
- Ministry of Health Indonesia. (2020). *Panduan Praktik Fisioterapi Aman di Masa Pandemi COVID-19*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.

GLOSARIUM ISTILAH

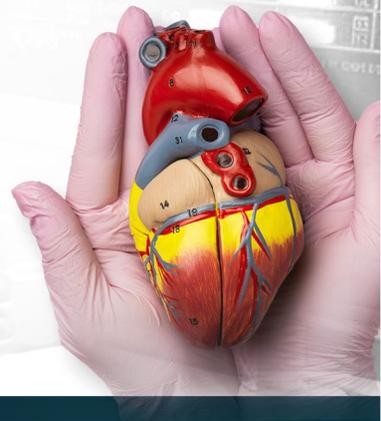
Istilah	Definisi
ACBT (Active Cycle of Breathing Technique)	Teknik pernapasan terstruktur untuk mobilisasi dan eliminasi sekret yang terdiri atas tiga fase: kontrol napas, ekspansi toraks, dan huffing.
Atelektasis	Kolaps atau pengempisan sebagian atau seluruh bagian paru-paru, menyebabkan pertukaran gas terganggu.
Body Mechanics	Prinsip penggunaan posisi dan gerakan tubuh yang benar untuk mencegah cedera saat aktivitas fisik.
COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease / PPOK)	Penyakit paru kronik progresif yang ditandai dengan obstruksi aliran udara, seperti emfisema dan bronkitis kronis.
Dyspnea	Sensasi sesak napas atau kesulitan bernapas, umum ditemukan pada gangguan kardiopulmonal.
ELTGOL (Expiration Lente Totale Glotte Ouverte en Décubitus Latéral)	Teknik drainase sekret dengan ekspirasi perlahan dan glotis terbuka dalam posisi berbaring miring.
Huffing	Teknik ekspirasi paksa tanpa menutup glotis, digunakan untuk membantu mengeluarkan sekret dari paru.

Istilah	Definisi
ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health)	Kerangka WHO untuk mendeskripsikan status kesehatan berdasarkan fungsi tubuh, aktivitas, dan partisipasi.
Incentive Spirometry	Alat bantu pernapasan yang mendorong pasien untuk melakukan inspirasi dalam secara teratur.
Mobilisasi Dini	Upaya memindahkan pasien dari tirah baring ke posisi duduk, berdiri, atau berjalan secepat mungkin untuk mencegah komplikasi.
Oksimetri (SpO₂)	Pengukuran saturasi oksigen dalam darah menggunakan alat pulse oximeter.
PEP (Positive Expiratory Pressure)	Alat bantu yang memberikan tekanan positif saat ekspirasi untuk menjaga jalan napas tetap terbuka dan memobilisasi sekret.
Perkusi Toraks	Teknik mengetuk dada secara ritmis untuk melonggarkan sekret dalam paru-paru.
Pursed-lip Breathing	Teknik pernapasan dengan menghembuskan napas melalui bibir yang dimonyongkan untuk memperpanjang ekspirasi dan mengurangi sesak.
Postural Drainage	Teknik posisi tubuh berdasarkan gravitasi untuk membantu pengaliran sekret dari paru.
RR (Respiratory Rate)	Jumlah napas per menit; indikator penting fungsi pernapasan.
Spirometri	Tes fungsi paru yang mengukur volume dan laju aliran udara saat bernapas.

Istilah	Definisi
Suctioning	Prosedur pengeluaran sekret secara mekanis dengan tekanan negatif, biasanya pada pasien dengan ETT atau trakeostomi.
Vibrasi Toraks	Teknik memberikan getaran ringan di dinding dada selama ekspirasi untuk memobilisasi sekret.

Buku Ajar

Manajemen Fisioterapi Kardiopulmonal



Buku ini menyajikan panduan komprehensif untuk manajemen fisioterapi dalam konteks kaediorespirasi. Dengan fokus yang kuat pada teori dan praktik, pembaca diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar fisioterapi yang relevan dengan kondisi kardiiorespirasi. Para penulis secara sistematis membahas berbagai aspek penting, mulai dari evaluasi pasien hingga perencanaan perawatan yang efektif. Pembahasan mendalam tentang penanganan terapi yang tepat untuk penyakit-penyakit kardiiorespirasi kritis seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), asma, dan penyakit jantung koroner menjadi sorotan utama dalam buku ini.

Selain itu, buku ini juga menyoroti peran penting fisioterapi dalam rehabilitasi pasien dengan masalah kardiiorespirasi. Pembaca diajak untuk memahami pentingnya pendekatan holistik dalam merancang program rehabilitasi yang sesuai untuk setiap individu. Dari latihan fisik hingga teknik relaksasi, berbagai metode terapi yang didasarkan pada bukti diajarkan untuk membantu pasien meningkatkan kualitas hidup mereka dan mengoptimalkan fungsi kardiiorespirasi mereka. Melalui pemahaman yang mendalam tentang prinsip-prinsip fisioterapi kaediorespirasi, pembaca akan mampu mengintegrasikan pengetahuan teoritis dengan keterampilan praktis dalam merawat pasien dengan gangguan sistem kardiiorespirasi.

litnus. Penerbit



© literasinusantaraofficial@gmail.com
www.penerbitlitnus.co.id
@litnuspenerbit
literasinusantara_
085755971589

Pendidikan

+17

