

Spirometri

Anna Uyainah ZN², Zulkifli Amin², Feisal Thufeilsyah¹

¹Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI/RSCM

²Divisi Respirologi dan Perawatan Penyakit Kritis, Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI/RSCM

Korespondensi : a.uyainah@gmail.com

PENDAHULUAN

Uji fungsi faal paru pada dasarnya dilakukan untuk mengetahui apakah kerja pernapasan seseorang mampu mengatasi kedua resistensi yang mempengaruhi kerja pernapasan, yaitu resistensi elastik dan resistensi nonelastik, sehingga dapat menghasilkan fungsi ventilasi yang optimal.

Ventilasi dipengaruhi oleh saluran napas, paru dan dinding dada. Dua bagian terakhir mengatur besarnya volume dan aliran udara pada saat istirahat dan ketika beraktivitas, seperti: kegiatan fisik, bersuara, batuk, tertawa, perubahan posisi tubuh, dan lain-lain. Pada penyakit kardiopulmoner, volume paru dapat berubah sebagai hasil dari mekanisme dinamis saluran napas dan pola bernapas disertai perubahan statis pada paru dan dinding dada.

Resistensi elastik dihasilkan oleh sifat elastis paru (tegangan permukaan cairan yang membatasi alveolus dan serabut elastis yang terdapat di seluruh paru) dan rongga toraks (kemampuan meregang otot, tendon, dan jaringan ikat).

Resistensi nonelastik dihasilkan oleh tahanan gesekan terhadap aliran udara dalam saluran napas, dalam jumlah kecil yang juga disebabkan karena viskositas jaringan paru.

Parameter yang digunakan untuk menilai kemampuan kerja pernapasan dalam mengatasi kedua resistensi tersebut adalah volume paru, baik volume statis maupun dinamis. Volume statis menggambarkan kemampuan kerja pernapasan dalam mengatasi resistensi elastik, sedangkan volume dinamik mengukur kecepatan aliran udara dalam saluran pernapasan dibandingkan dengan fungsi waktu yang digunakan untuk menilai kemampuan kerja pernapasan mengatasi resistensi nonelastik.

Adapun volume-volume tersebut dipaparkan di bawah ini:

1. Volume Statik

Volume statik terdiri dari : Volume Tidal (TV/ *Tidal Volume*), Volume Cadangan Inspirasi (IRV/ *Inspiratory Residual Volume*), Volume Cadangan Ekspirasi (ERV/ *Expiratory Residual Volume*),

Volume Residu (RV/ *Residual Volume*), Kapasitas Paru Total (TLC/ *Total Lung Capacity*), Kapasitas Vital (VC/ *Vital Capacity*), Kapasitas Inspirasi (IC/ *Inspiratory Capacity*), Kapasitas Residu Fungsional (FRC/ *Functional Residual Volume*).

Tabel 1. Volume Statik

Pengukuran	Definisi	Nilai Rerata Laki-laki Dewasa (ml)
Volume Tidal	Jumlah udara yang diinspirasi atau diekspirasi pada setiap kali bernapas (nilai ini adalah untuk keadaan istirahat)	500
Volume Cadangan Inspirasi	Jumlah udara yang dapat diinspirasi secara paksa setelah inhalasi volume tidal normal	3.100
Volume Cadangan Ekspirasi	Jumlah udara yang dapat diekspirasi secara paksa sesudah ekspirasi volume tidal yang normal	1.200
Volume Residu	Jumlah udara yang tertinggal di dalam paru sesudah ekspirasi paksa	1.200
Kapasitas Paru Total	Jumlah udara maksimal yang dapat dimasukkan ke dalam paru setelah inspirasi maksimal: TLC=TV+IRV+ERV+RV	6.000
Kapasitas Vital	Jumlah udara maksimal yang dapat diekspirasi setelah inspirasi maksimal: VC=TV+IRV+ERV (Seharusnya 80% dari TLC)	4.800
Kapasitas Inspirasi	Jumlah udara maksimal yang dapat diinspirasi setelah ekspirasi normal: IC=TV+IRV	3.600
Kapasitas Residu Fungsional	Volume udara yang tertinggal di dalam paru setelah ekspirasi volume tidal normal: FRC=ERV+RV	2.400

2. Volume Dinamis

1. Kapasitas Vital Paksa/*Force Vital Capacity* (FVC)
2. Pengukuran yang diperoleh dari ekspirasi yang dilakukan secepat dan sekuat mungkin.
3. Kapasitas Vital Lambat/*Slow Vital Capacity* (SVC)
4. Volume gas yang diukur pada ekspirasi lengkap yang dilakukan secara perlahan setelah atau sebelum inspirasi maksimal.
5. Volume Ekspirasi Paksa pada Detik Pertama/*Force Expiration Volume* (FEV_1)
6. Jumlah udara yang dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 1 detik pertama pada waktu ekspirasi maksimal setelah inspirasi maksimal (volume udara yang dapat diekspirasi dalam waktu standar selama pengukuran kapasitas vital paksa).
7. *Maximal Voluntary Ventilation* (MVV)
8. Jumlah udara yang bisa dikeluarkan sebanyak-banyaknya dalam 2 menit dengan bernapas cepat dan dalam secara maksimal.

SPIROMETRI

Spirometri merupakan suatu pemeriksaan yang menilai fungsi terintegrasi mekanik paru, dinding dada dan otot-otot pernapasan dengan mengukur jumlah volume udara yang dihembuskan dari kapasitas paru total (TLC) ke volume residu.

INDIKASI DAN KONTRA INDIKASI PEMERIKSAAN SPIROMETRI

Sebelum melakukan spirometri, perlu diketahui mengenai indikasi dan kontra indikasi spirometri.

Indikasi Spirometri

Indikasi spirometri dibagi dalam 4 manfaat, yaitu:

1. Diagnostik : evaluasi individu yang mempunyai gejala, tanda, atau hasil laboratorium yang abnormal; skrining individu yang mempunyai risiko penyakit paru; mengukur efek fungsi paru pada individu yang mempunyai penyakit paru; menilai risiko preoperasi; menentukan prognosis penyakit yang berkaitan dengan respirasi dan menilai status kesehatan sebelum memulai program latihan.
2. Monitoring : menilai intervensi terapeutik, memantau perkembangan penyakit yang

mempengaruhi fungsi paru, monitoring individu yang terpajan agen berisiko terhadap fungsi paru dan efek samping obat yang mempunyai toksisitas pada paru.

3. Evaluasi kecacatan/kelumpuhan : menentukan pasien yang membutuhkan program rehabilitasi, kepentingan asuransi dan hukum.
4. Kesehatan masyarakat : survei epidemiologis (skrining penyakit obstruktif dan restriktif) menetapkan standar nilai normal dan penelitian klinis.

Kontraindikasi Spirometri

Kontraindikasi Spirometri terbagi dalam kontra indikasi absolut dan relatif. Kontraindikasi absolut meliputi: Peningkatan tekanan intrakranial, *space occupying lesion* (SOL) pada otak, ablasio retina, dan lain-lain. Sedangkan yang termasuk dalam kontraindikasi relatif antara lain: hemoptisis yang tidak diketahui penyebabnya, pneumotoraks, angina pektoris tidak stabil, hernia skrotalis, hernia inguinalis, hernia umbilikal, *Hernia Nucleous Pulposus* (HNP) tergantung derajat keparahan, dan lain-lain.

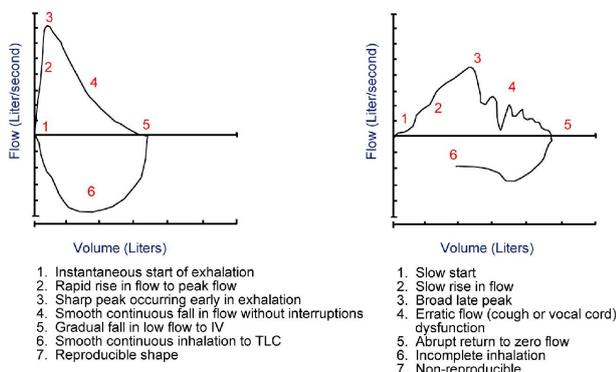
INTERPRETASI HASIL PEMERIKSAAN

Sebelum melakukan interpretasi hasil pemeriksaan terdapat beberapa standar yang harus dipenuhi. *American Thoracic Society* (ATS) mendefinisikan bahwa hasil spirometri yang baik adalah suatu usaha ekspirasi yang menunjukkan (1) gangguan minimal pada saat awal ekspirasi paksa, (2) tidak ada batuk pada detik pertama ekshalasi paksa, dan (3) memenuhi 1 dari 3 kriteria *valid end-of-test*: (a) peningkatan kurva linier yang halus dari *volume-time* ke fase *plateau* dengan durasi sedikitnya 1 detik; (b) jika pemeriksaan gagal untuk memperlihatkan gambaran *plateau* ekspirasi, waktu ekspirasi paksa/*forced expiratory time* (FET) dari 15 detik; atau (c) ketika pasien tidak mampu atau sebaiknya tidak melanjutkan ekshalasi paksa berdasarkan alasan medis.

Setelah standar terpenuhi, tentukan nilai referensi normal FEV_1 dan FVC pasien berdasarkan jenis kelamin, umur dan tinggi badan (beberapa tipe spirometri dapat menghitung nilai normal dengan memasukkan data pasien). Kemudian pilih 3 hasil FEV_1 dan FVC yang konsisten dari pemeriksaan spirometri yang selanjutnya dibandingkan dengan

nilai normal yang sudah ditentukan sebelumnya untuk mendapatkan persentase nilai prediksi.

Flow-volume Characteristics of Acceptable and Unacceptable Spirometry

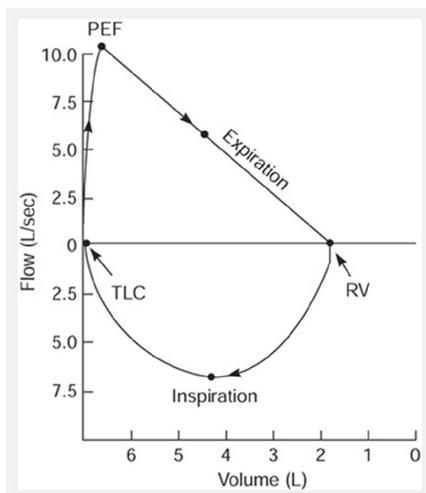


Gambar 1. Karakteristik Spirometri yang dapat dinilai

(sumber : Mccarthy K."Spirometri".2012.tersedia dari: <http://emedicine.medscape.com/article/303239-overview>)

a. Fungsi Paru Normal

Hasil spirometri normal menunjukkan FEV₁ >80% dan FVC >80%.



Gambar 2. Normal Spirometri.

PEF: peak expiratory flow; RV: residual volume; TLC: total lung capacity.

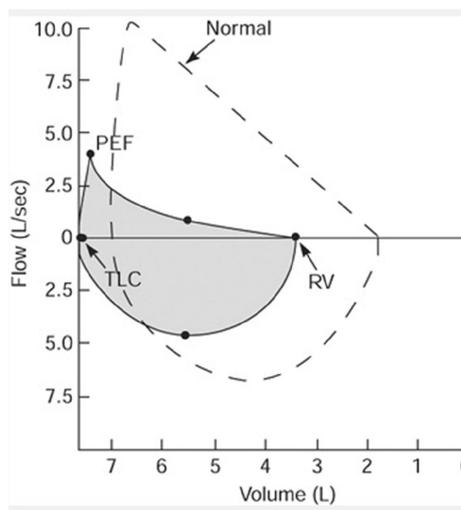
(sumber : Shifren A. Pulmonary Function Test dalam Washington Manual(R) Pulmonary Subspeciality Consult, The, 1st Edition. 2006)

b. Obstructive Ventilatory Defects (OVD)

Gangguan obstruktif pada paru, dimana terjadi penyempitan saluran napas dan gangguan aliran udara di dalamnya, akan mempengaruhi kerja pernapasan dalam mengatasi resistensi nonelastik dan akan bermanifestasi pada penurunan volume dinamik. Kelainan ini berupa

penurunan rasio FEV₁:FVC <70%. FEV₁ akan selalu berkurang pada OVD dan dapat dalam jumlah yang besar, sedangkan FVC dapat tidak berkurang. Pada orang sehat dapat ditemukan penurunan rasio FEV₁:FVC, namun nilai FEV₁ dan FVC tetap normal.

Ketika sudah ditetapkan diagnosis OVD, maka selanjutnya menilai: beratnya obstruksi, kemungkinan reversibilitas dari obstruksi, menentukan adanya hiperinflasi, dan *air trapping*.



Gambar 3. Spirometri Obstruktif.

PEF: peak expiratory flow; RV:residual volume; TLC:total lung capacity.

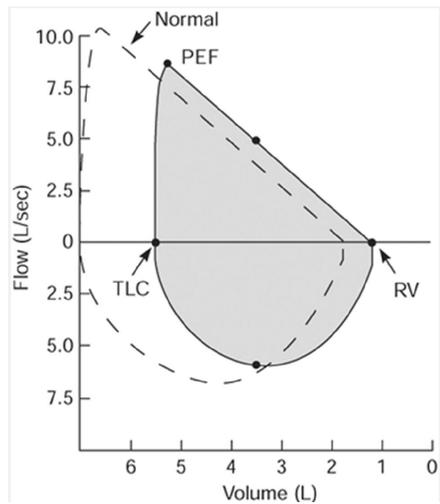
(sumber : Shifren A. Pulmonary Function Test dalam Washington Manual(R) Pulmonary Subspeciality Consult, The, 1st Edition. 2006)

Tabel 2. Derajat Obstruksi

Derajat Obstruksi	% pred FEV ₁
Ringan	70–79% pred
Sedang	60–69% pred
Sedang-berat	50–59% pred
Berat	35–49% pred
Sangat berat	< 35% pred

c. Restrictive Ventilatory Defects (RVD)

Gangguan restriktif yang menjadi masalah adalah hambatan dalam pengembangan paru dan akan mempengaruhi kerja pernapasan dalam mengatasi resistensi elastik. Manifestasi spirometrik yang biasanya timbul akibat gangguan ini adalah penurunan pada volume statik. RVD menunjukkan reduksi patologik pada TLC (<80%).

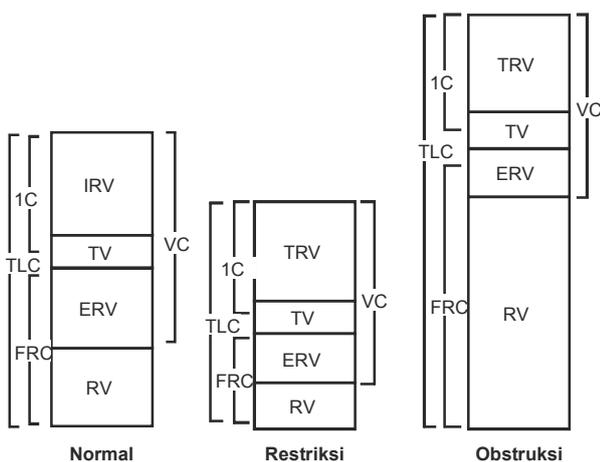


Gambar 4. Spirometri Restriktif.
 PEF: *peak expiratory flow*; RV: *residual volume*; TLC: *total lung capacity*.
 (sumber : Shifren A. Pulmonary Function Test dalam Washington Manual(R) Pulmonary Subspeciality Consult, The, 1st Edition. 2006)

Tabel 3. Derajat Restriksi

Derajat Restriksi	% pred FVC
Ringan	70–79% pred
Sedang	60–69% pred
Sedang-berat	50–59% pred
Berat	35–49% pred
Sangat berat	< 35% pred

Secara umum gangguan fungsi pernapasan memiliki dua pola yaitu gangguan restriktif dan gangguan obstruktif. Perbandingan volume dan kapasitas paru pada berbagai kondisi dijelaskan dalam gambar berikut:



Gambar 5. Perbandingan Volume dan Kapasitas Paru
 PEF: *peak expiratory flow*; RV: *residual volume*; TLC: *total lung capacity*.

Dari hasil penilaian pemeriksaan spirometri, penilaian fungsi faal paru dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4. Tabel Penilaian Pemeriksaan Spirometri

Value	Normal	Obstruksi	Restriksi	Kombinasi Obstruksi & Restriksi
FVC	≥80% pred (N) Atau	N	< N	< 80% Pred
FEV1	≥80% pred (N)	< N	N / <N	< 80% Pred
FEV1/FVC (FEV1%)	N (> 70%)	< 70%	> 70%	< 70%
FVC/FVC pred (FVC %)	≥ 80%		< N	
TLC	80–120%		< 80% pred	
Notes		Severity ~ %pred FEV1 (= FEV1/ FEV1 Pred)	Severity ~ % pred FVC (= FVC / FVC pred)	

DAFTAR PUSTAKA

- Bellarny D. Spirometry in Practice: A Practical Guide to Using Spirometry in Primary Care. 2nd Edition. British: BTS COPD Consortium. 2005.
- Mccarthy K."Spirometri".2012 (dikutip: Des 2013).tersedia dari: <http://emedicine.medscape.com/article/303239-overview>
- Pellegrino R, Antonelli A.Static and Dynamic Lung Volumes dalam ERS Handbook Respiratory Medicine First Edition.2010: 58-62.
- Primary Care Commisioning. A Guide to Performing Quality Assured Diagnostic Spirometry. British: PCC. 2013.
- Shifren A. Pulmonary Function Test dalam Washington Manual(R) Pulmonary Subspeciality Consult, The, 1st Edition. 2006.
- Uyainah A. Spirometri dalam Kompendium: Tatalaksana Penyakit Respirasi dan Kritis Paru. Jilid 2. Bandung: PERPARI; 2012.p.709 –719 , 2012