

# Ultrasonografi Toraks pada Kondisi Gawat Darurat

Dewi M Ratih<sup>1</sup>, Ceva W Pitoyo<sup>2</sup>, Zulkifli Amin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI/RSCM

<sup>2</sup>Departemen Respiriologi dan Perawatan Penyakit Kritis, Departemen Ilmu Penyakit Dalam FKUI/RSCM

Korespondensi: **Dr. Dewi Mira Ratih**

Email: dmratih@gmail.com

---

## PENDAHULUAN

---

Ultrasonografi (USG) adalah modalitas pemeriksaan radiologi yang menggunakan gelombang *ultrasound*, yaitu gelombang suara di atas ambang dengar manusia (>20.000 Hz). Frekuensi gelombang yang digunakan pada USG transabdominal atau jantung adalah 2-5 MHz. Pada pemeriksaan kulit, frekuensi dapat mencapai 100 MHz.<sup>1</sup>

Selama bertahun-tahun, USG tidak digunakan untuk evaluasi paru karena udara dianggap menghambat gelombang yang dipantulkan.<sup>2</sup> USG toraks

seolah-olah terbatas penggunaannya untuk massa atau efusi pleura dan tindakan yang berhubungan dengan keduanya. Dewasa ini, penggunaan ultrasonografi khususnya USG toraks mengalami perkembangan yang pesat baik untuk kondisi akut maupun kronik, mulai dari edema paru hingga *acute lung injury*, dari pneumotoraks hingga pneumonia, dan dari penyakit paru interstisial hingga kontusio dan infark paru.<sup>3</sup>

Pemeriksaan USG toraks amat bermanfaat karena mudah dipelajari, tekniknya lebih sedikit dibandingkan USG lainnya, dapat dilakukan dengan cepat, portabel, aman diulang, dan juga tidak memiliki efek radiasi. Ultrasonografi toraks memiliki jendela akustik yang khas dan sangat sesuai untuk evaluasi dalam kondisi rawat jalan maupun rawat inap, akut maupun kronik.<sup>3</sup>

---

## PRINSIP ULTRASONOGRAFI

---

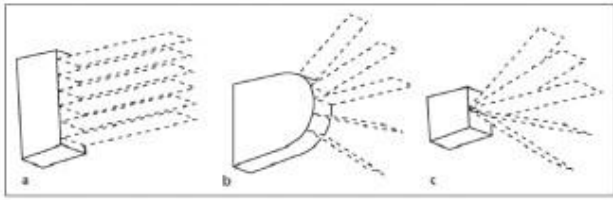
*Ultrasound* menggunakan "kristal", yaitu bahan yang bersifat piezoelektrik, untuk menghasilkan gelombang suara saat digunakan. Ketika gelombang suara kembali, bahan tersebut menerimanya kembali.

Alat USG terdahulu menggunakan satu kristal dan menghasilkan gambar satu dimensi yang disebut *A-mode*. Gambar layar standar saat ini dikenal sebagai *B-mode* yang merupakan gambar dua dimensi. *Ultrasound* dengan frekuensi rendah memiliki penetrasi baik namun resolusi yang kurang optimal. Sebaliknya, *ultrasound* frekuensi tinggi memberikan gambar yang lebih tajam namun kurang baik untuk menggambarkan struktur bagian dalam.<sup>1</sup>

Beberapa hal yang harus diperhatikan oleh pemeriksa sehubungan dengan penggunaan USG toraks meliputi ekogenitas, transduser, posisi pasien, dan arah pasien. Ekogenitas adalah istilah yang digunakan untuk menilai gambar pada layar dan diekspresikan dalam skala abu-abu (skala ekogenitas). Struktur yang memiliki ekogenitas tinggi akan terlihat putih. Sebaliknya, struktur dengan ekogenitas rendah menunjukkan warna hitam karena tidak ada gelombang yang dipantulkan, disebut anekoik. Istilah isoekoik digunakan bila dijumpai tampilan gambar USG yang berwarna sama dengan jaringan sekitar. Suatu gambaran struktur dikatakan hipoeikoik bila lebih lemah dibandingkan jaringan sekitar dan hiperekoik bila lebih kuat dibandingkan jaringan sekitar.<sup>4</sup>

Saat ini terdapat tiga macam jenis transduser yang dikenal, yaitu *linear array*, *curve linear (convex) array*, dan *phased array*.<sup>5</sup> *Linear array* memiliki frekuensi 7,5-10 MHz sehingga sangat baik untuk menggambarkan struktur superfisial, misalnya penebalan pleura, massa pleura, atau lesi pada parenkim paru. *Curve linear array* akan menghasilkan gelombang dengan jangkauan yang luas. Tipe ini sangat baik untuk mengevaluasi efusi pleura masif dan struktur paru melalui abdomen. Sementara itu,

phased array yang berfrekuensi 2-5 MHz yang sangat baik dalam mengevaluasi struktur yang lebih dalam, misalnya pada atelektasis paru.<sup>4,5</sup>



**Gambar 1. Tipe-tipe transduser: (a) Linear array, (b) curve linear transducer, (c) phased array transducer**

Setiap transduser dilengkapi dengan indikator yang menandai arah pemeriksaan di layar sehingga memudahkan kontrol. Pada arah sagital, indikator mengarah ke daerah kepala pasien, sedangkan pada pemeriksaan transversal mengarah ke sisi kanan pasien.<sup>5</sup>

Pemeriksaan rongga toraks sebaiknya dilakukan pada posisi sagital dan transversal, walaupun perlu beberapa

penyesuaian untuk mendapatkan gambar terbaik.<sup>4,5</sup>

Pemeriksaan USG toraks dapat dibagi menjadi delapan area, yakni dua di dinding toraks anterior dan dua di posterior untuk masing-masing sisi. Dinding anterior dibatasi oleh sternum dan linea aksilaris anterior.

Dinding anterior terdiri atas dua area, yaitu bagian atas

dan bawah. Bagian atas dimulai dari klavikula sampai sela iga 2-3, sedangkan bagian bawah dimulai dari sela iga 2-3 sampai dengan diafragma. Dinding lateral dibatasi oleh linea aksilaris anterior dan posterior serta

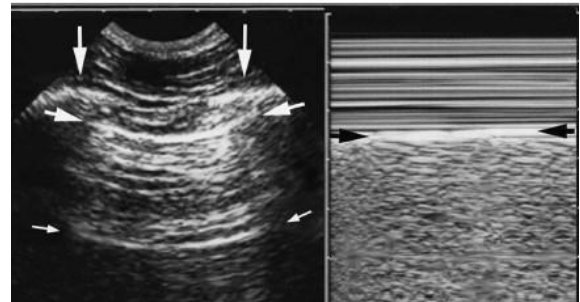
terbagi menjadi area atas dan basa. Terdapat tiga titik yang penting ditandai dalam pemeriksaan ini, yaitu titik

BLUE (*Bedside Lung Ultrasonography in Emergency*) atas yang merupakan adalah titik pertengahan tangan atas,

titik BLUE bawah yang merupakan titik pertengahan lengan bawah, dan titik PLAPS (*posterolateral alveolar or pleural syndromes*) yang merupakan titik perpotongan

garis horizontal perpanjangan titik BLUE bawah dengan

garis aksilaris posterior (Gambar 2).<sup>6</sup>



**Gambar 2. (Kiri) Area pemeriksaan ultrasonografi toraks. Area 1 dan 2 anterior atas dan anterior bawah. Area 3 dan 4 lateral atas dan lateral basal. Keterangan: ALL=anterior axillary line,**

## **GAMBARAN USG TORAKS NORMAL DAN ABNORMAL**

Mula-mula, pemeriksa harus menemukan gambaran diafragma dan paru.<sup>7</sup> Biasanya, transduser digerakkan secara longitudinal melalui sela iga sehingga tampak gambaran pergerakan (*sliding*).<sup>6</sup> Paru normal umumnya terdiri atas gambaran garis pleura dan garis A, sementara sepertiga pasien dapat memiliki garis B yang terisolasi.<sup>7</sup> Garis pleura akan membentuk gambaran kelelawar (*bat sign*).<sup>8</sup>

Garis pleura adalah garis hiperekoik yang terletak sekitar 0,5 cm di bawah iga dan bergerak maju-mundur (*sliding*) sesuai dengan gerakan pernapasan. Garis ini merupakan hasil pergerakan pleura viseral dan parietal.<sup>9</sup> Gambar *M-mode* menunjukkan "*seashore sign*" yang berarti tampak pula gambaran pleura viseral pada garis pleura. Di atasnya terdapat dinding dada yang tidak bergerak dan tergambar sebagai garis berlapis. Di bawah garis pleura terdapat gambaran berpasir.<sup>8</sup>

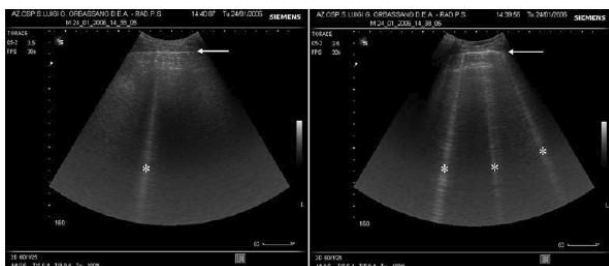
**Gambar 3. USG Paru Normal. (Kiri) Gambar iga ditunjukkan panah vertikal; garis pleura ditunjukkan garis horizontal teratas; iga dan garis pleura membentuk *bat sign*. Garis pleura menunjukkan pleura parietal. Artefak horizontal berulang di bawah garis pleura disebut garis A. (Kanan) Gambaran paru dalam *tme-mode (M-mode)* USG.**

Di bawah garis pleura dapat terbentuk garis horizontal yang tidak bergerak dan biasa disebut garis A.<sup>7</sup> Garis A menandakan tekanan oklusi arteri pulmonal <18 mmHg. Bila didapatkan garis ini baik pada satu atau dua sisi area toraks anterior, edema paru akibat keterlibatan jantung dapat disingkirkan.<sup>9</sup>

Garis B adalah garis hiperekoik yang terlihat mulai dari garis pleura sampai bagian akhir di layar. Garis ini menandakan berkurangnya bagian paru yang terisi udara dan terlihat lebih jelas saat inspirasi.<sup>7</sup> Lichtenstein mendefinisikan garis B sebagai garis yang harus konstan memenuhi 3 kriteria dan 4 kriteria, yaitu (1) selalu berupa artefak dengan gambaran

seperti ekor komet, (2) selalu berawal dari garis pleura, dan (3) bergerak seiring dengan pergerakan paru. Garis B juga (1) hampir selalu panjang, (2) jelas seperti laser, (3) hiperekoik, dan (4) menghapus garis A.<sup>8</sup> Adanya garis B terisolasi atau beberapa garis B namun berjarak lebih dari 7 mm pada pemeriksaan tunggal dapat dikatakan normal.<sup>6</sup>

Garis lain yang mungkin ditemui adalah garis E (E untuk emfisema) yang tampak seperti gambaran garis hiperekoik panjang yang tidak berawal dari garis pleura. Garis Z tidak memiliki arti klinis dan umumnya tidak sampai pada ujung atau akhir layar.<sup>6</sup>

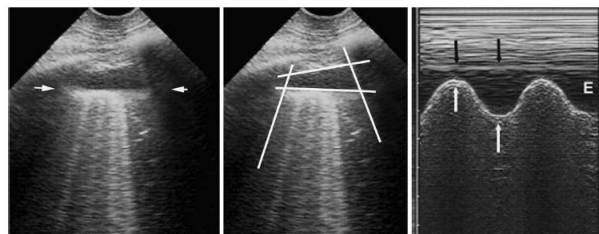


Gambar 4. Garis B. (Kiri) Satu garis B. (Kanan) Tiga garis B berjarak >7 mm.

**Efusi Pleura**

Efusi akan tergambar sebagai struktur hipoeoik tanpa gas dan tetap tampak saat inspirasi maupun ekspirasi.<sup>7</sup> Pemeriksaan pada kecurigaan efusi pleura sebaiknya dilakukan pada dinding dada posterior sampai garis midaksilaris dengan indikator transduser mengarah ke atas.<sup>5</sup> Berbagai studi menunjukkan bahwa

ultrasonografi lebih unggul dibandingkan foto dada.<sup>9</sup> Gambar 5 menampilkan efusi pleura yang dilihat dari titik PLAPS dan dalam M-mode. Di bawah garis pleura terdapat garis paralel kasar dan reguler (garis paru) yang memperlihatkan pleura viseral (panah). Garis ini bersama dengan garis pleura dan bayangan iga akan membentuk *quad sign*. Ultrasonografi M-mode menunjukkan gerakan paru (panah putih) melalui garis pleura (panah hitam) pada inspirasi yang disebut *sinusoid sign*, suatu tampilan efusi pleura. Jika pada titik PLAPS ditemukan ketebalan 13 mm, dikatakan jumlah cairan efusi sedikit. Torakosentesis aman dilakukan bila jarak berkisar pada 15 mm.<sup>8</sup>



Gambar 5. Efusi Pleura. (Kiri dan Tengah) Efusi pleura pada titik PLAPS. Di bawah garis pleura terdapat garis paralel yang kasar dan reguler (garis paru) memperlihatkan pleura viseral (panah). Garis ini bersama dengan garis pleura dan bayangan iga akan membentuk *quad sign*. (Kanan) M-mode menunjukkan gerakan paru (panah putih) melalui garis pleura (panah hitam) pada inspirasi yang disebut *sinusoid sign*, suatu tampilan efusi pleura. Keterangan: E=ekspirasi.

**Sindrom Alveolar-Interstisial**

Menurut studi oleh Daabis dkk., USG toraks memiliki sensitivitas 90% dan spesifisitas 100% serta nilai prediksi positif dan nilai prediksi negatif masing-masing 81% dan 18% dalam menentukan etiologi gagal napas akut.<sup>11</sup> Metaanalisis yang dilakukan Chavez dkk. memperkuat bahwa USG memiliki performa baik dalam menggambarkan pneumonia dengan sensitivitas dan spesifisitas sebesar 94% dan 96%.<sup>12</sup> Gambaran yang didapatkan pada sindrom alveolar-interstisial adalah garis B multipel dengan jarak di antaranya sebesar 7 mm untuk edema interstisium dan 3 mm atau kurang untuk edema alveolus.<sup>7</sup>

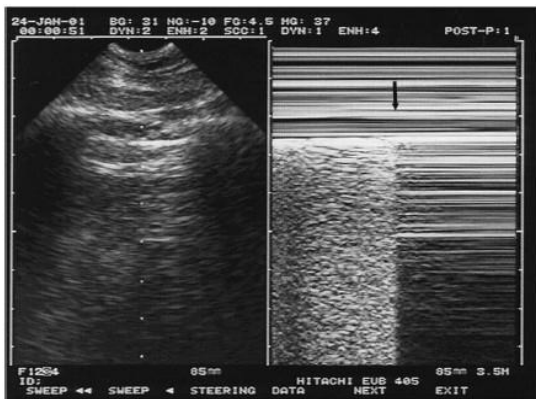


Gambar 6. Garis B multipel dengan jarak kurang dari 7 mm.

**Pneumotoraks**

Studi tentang peran USG pada penegakan diagnosis pneumotoraks menunjukkan sensitivitas sebesar 86% dan spesifisitas sebesar 97%, sedangkan foto toraks memiliki sensitivitas dan spesifisitas 28% dan 100%.<sup>10</sup> Terhadap kecurigaan pneumotoraks, langkah pertama dalam menelaah gambaran USG adalah mendeteksi hilangnya gerakan gesek (*lung sliding*). Kemudian, operator perlu berusaha

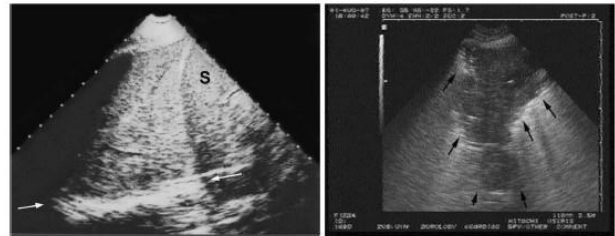
menemukan garis A tanpa garis B. Perlu diingat, hilangnya *lung sliding* dapat juga disebabkan oleh perlekatan pleura, emfisema dengan bula, penyakit paru obstruktif kronik, atau pemasangan *tube* toraks.<sup>7</sup> Langkah ketiga adalah menentukan *lung point*, suatu titik tempat perubahan dari gambaran udara dalam rongga pleura menjadi gambaran normal paru.<sup>10</sup> Perubahan mendadak ini disebabkan oleh persentuhan pleura viseral dengan pleura parietal sehingga seolah-olah akan terbentuk gambaran paru normal. Titik terjadinya perubahan mendadak ini disebut *lung point*.<sup>8</sup>



Gambar 7. Pneumotoraks dan *Lung Point*. Pada M-mode saat inspirasi terdapat perubahan mendadak dari profil A' menjadi profil A atau profil B.

**Konsolidasi**

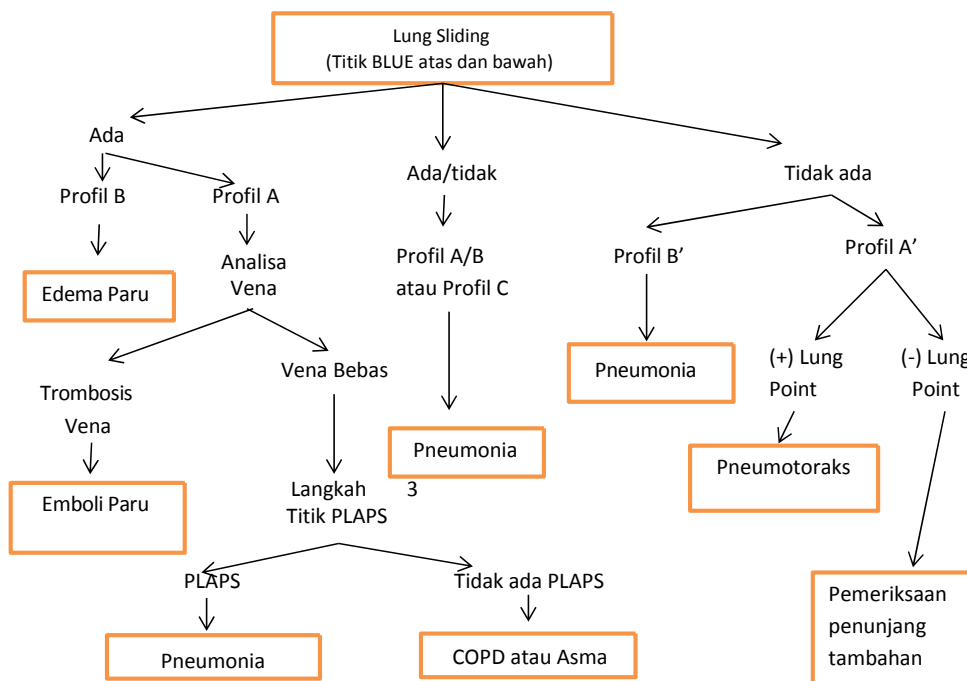
Konsolidasi akan menghasilkan gambaran mirip jaringan hati sehingga dikenal dengan istilah hepatisasi paru.<sup>10</sup> Konsolidasi paru akan tampak seperti struktur jaringan hipoekoik berbentuk baji yang sulit dinilai. Ukurannya tidak berubah oleh gerakan pernapasan.<sup>7</sup>



Gambar 8. Konsolidasi Paru. (Kiri) Konsolidasi masif lobus kiri bawah yang tampak seperti jaringan limpa (S) pada paru yang tdk terisi udara, tdk ada tanda *fractal*. (Kanan) Konsolidasi paru lobus tengah yang membentuk batas seperti robekan dan *fractal* antara konsolidasi dan paru normal.

**ULTRASONOGRAFI TORAKS PADA PENDEKATAN GAGAL NAPAS AKUT: PROTOKOL BLUE**

Protokol *Bedside Lung Ultrasonography in Emergency* (BLUE) dirancang untuk mendeteksi gagal napas akut secara cepat dalam kurang dari tiga menit. Pada protokol BLUE terdapat tiga titik standar pemeriksaan, yakni titik BLUE atas, titik BLUE bawah, dan titik PLAPS. Protokol BLUE dapat mendiagnosis



Gambar 9. Protokol BLUE

(Sumber: Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals of Intensive Care*. 2014; 4:1)



penyebab gagal napas akut pada 97% pasien di ruang gawat darurat dengan akurasi 90,5%. Protokol BLUE menghasilkan sejumlah profil paru, antara lain profil A (*lung sliding* dengan garis A), profil A' (hilangnya *lung sliding* dengan garis A), profil B (*lung sliding* dengan garis B), profil B' (hilangnya *lung sliding* dengan garis B), profil C (konsolidasi paru yang ekuivalen dengan gambaran garis pleura yang tebal dan ireguler), profil A/B (gambaran profil A pada satu sisi paru dan gambaran profil B pada paru sisi lainnya), dan profil A-V-PLAPS (profil A, vena bebas trombosis, PLAPS positif). Contoh tipikal untuk PLAPS positif adalah efusi dan konsolidasi paru.<sup>8</sup>

**ULTRASONOGRAFI TORAKS PADA PENDEKATAN GAGAL SIRKULASI AKUT: PROTOKOL FALLS**

Protokol FALLS (*Fluid Administration Limited by Sonography*) adalah alat bantu dalam tata laksana syok dengan mencari penyebabnya berdasarkan klasifikasi Weil's.<sup>13</sup> Sebagai awal, transduser diletakkan di atas area jantung untuk mencari tamponade jantung, kemudian dilakukan pemeriksaan jantung kanan untuk melihat ada atau tidaknya emboli paru. Langkah berikutnya mengikuti protokol BLUE untuk mencari pneumotoraks. Jika salah satu tanda tersebut ada, dikatakan pasien mengalami syok obstruktif. Bila ketiganya tidak ada, syok obstruktif dapat disingkirkan.

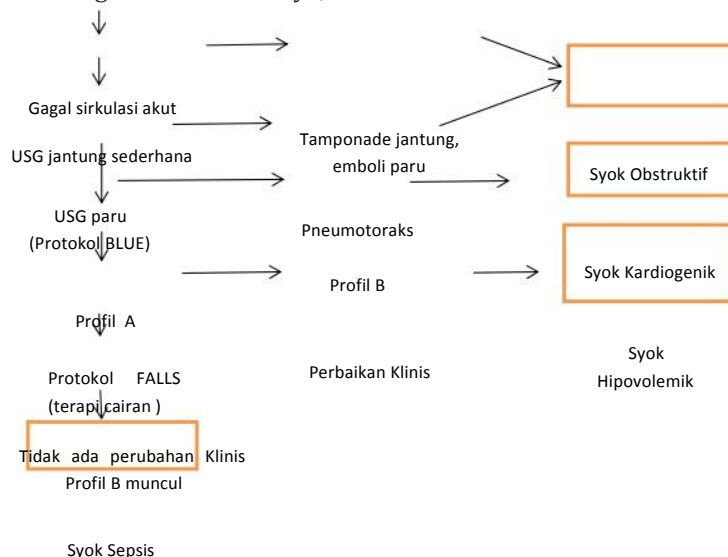
Selanjutnya, operator mencari gambaran tiga atau lebih garis B di antara dua iga dan adanya *lung sliding* yang disebut sebagai profil B. Bila ada, penyebab syok biasanya adalah syok kardiogenik. Berikutnya, operator

perlu mencari profil A. Bila didapatkan profil A, masih ada dua kemungkinan, yaitu syok hipovolemik dan syok sepsis. Bila setelah pemberian cairan terdapat perbaikan fungsi sirkulasi secara klinis, ditegakkan syok hipovolemik.<sup>8,13</sup> Jika saat pemberian terapi terjadi perubahan profil A menjadi profil B serta tidak ada perubahan secara klinis, ditegakkan syok sepsis.<sup>13</sup>

**ULTRASONOGRAFI TORAKS PADA SERANGAN JANTUNG: PROTOKOL SESAME**

Protokol SESAME atau SESAMOOSIC (*Sequential Emergency Scanning Assessing Mechanism or Origin of Shock of Indistinct Cause*) adalah protokol untuk deteksi cepat syok ekstrem atau serangan jantung sederhana. Protokol ini didasarkan pada penyebab tersering syok, yaitu pneumotoraks, tamponade jantung, perdarahan saluran cerna, dan trombosis vena.<sup>14</sup>

Langkah pertama adalah pemeriksaan paru untuk menyingkirkan pneumotoraks seperti yang telah dijelaskan di atas. Jika pneumotoraks telah disingkirkan, langkah kedua dan ketiga adalah pemeriksaan vena dan abdomen. Pada kasus syok tanpa trauma, pemeriksaan vena dilakukan terlebih dahulu untuk mencari trombosis vena dalam. Pada kasus trauma, pemeriksaan abdomen dilakukan terlebih dahulu untuk mencari cairan bebas, misalnya darah. Bila tidak ditemukan trombosis vena dalam atau perdarahan, dilakukan langkah keempat berupa pemeriksaan jantung.<sup>14</sup>



**Gambar 10. Protokol FALLS**

(Sumber: Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. Heart, lung and vessels. 2013; 5(3):142-47.)



---

## KETERBATASAN ULTRASONOGRAFI TORAKS

---

Ultrasonografi toraks sangat dipengaruhi faktor pasien seperti obesitas, adanya emfisema subkutan, luka luas pada dinding toraks, dan faktor-faktor lain yang menghalangi pantulan gelombang. Ultrasonografi toraks juga tidak dapat memperlihatkan inflasi paru berlebih akibat peningkatan tekanan intratorakal.<sup>5,7</sup> Selain itu, seperti pengoperasian USG dalam bidang lain, kemampuan operator memegang peranan penting sehingga diperlukan pelatihan dan pembekalan yang cukup.<sup>5</sup>

---

## DAFTAR PUSTAKA

---

1. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med* 2011; 364:2075-6.
2. Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound* 2011; 9:6.
3. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc ultrasound*. 2014;12:25.
4. Rumende CM. The role of ultrasonography in the management of lung and pleural diseases. *Acta Med Indones* 2012;44:176-83.
5. Islam S, Tonn H. Thoracic ultrasound overview. In: Bolliger CT, Herth FJF, Mayo PH, Miyazawa T, Beamis JF, editors. *Clinical Chest Ultrasound: From ICU to Bronchoscopy Suite*. 1<sup>st</sup> ed. Basel: Karger; 2009. p. 11-20.
6. Volpicelli G, Cardinale L, Garofalo G, Veltri A. Usefulness of ultrasound in the bedside distinction between pulmonary edema and exacerbation of COPD. *Am Soc Emergency Radio* 2008; 15(3):145-51.
7. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, Rouby JJ. Clinical review: bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care* 2007; 11(1):205.
8. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals of Intensive Care* 2014; 4(1):1.
9. Koenig SJ, Narasimham M, Magyo PH. Thoracic ultrasonography for pulmonary specialist. *Chest* 2011; 1332-41.
10. Gillman LM, Kirkpatrick AW. Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21<sup>st</sup> century. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012; 20:18.
11. Daabis R, Banawan L, Rabea A, Elnakedy A, Sadek A. Relevance of chest sonography in the diagnosis of acute respiratory failure: comparison with current diagnostic tools in intensive care units. *Egyptian Journal of Chest Disease and Tuberculosis* 2014; 63:979-85.
12. Chavez M, Shams N, Ellington L, Naithani N, Gilman R, Steinhoff MC, et al. Lung ultrasound for diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and metaanalysis. *Respiratory Research* 2014; 15(50):1-9.
13. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart, Lung and Vessels* 2013; 5(3):142-7.
14. Lichtenstein D. How can the use of ultrasound in cardiac arrest make ultrasound a holistic discipline? the example of the SESAME-protocol. *Med Ultrason* 2014; 16(3):252-5.



