

## TINJAUAN PUSTAKA

### FALLS PROTOCOL

**Akhmad Yun Jufan, Calcarina Fitriani Retno Wisudarti, Catur Prasetyo Wibowo\***

*Dokter anestesi dan staff pengajar program pendidikan dokter spesialis I Anestesiologi dan Terapi Intensif  
FK UGM / RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta*

*\*Peserta program pendidikan dokter spesialis I Anestesiologi dan Terapi Intensif  
FK UGM / RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta*

#### ABSTRAK

*Pemberian terapi cairan pada kasus gawat darurat, terutama syok dapat bermanfaat untuk pasien, tetapi juga dapat membahayakan pasien bila kita berlebihan dalam pemberiannya. Syok dapat disebabkan oleh berbagai macam penyebab, dan tidak semua penyebab syok terapinya adalah cairan. FALLS-protocol (Fluid Administration Limited by Lung Sonography) didesain agar dapat memberikan panduan dalam memberikan terapi cairan pada pasien syok.*

*FALLS-protocol mengikuti klasifikasi syok berdasarkan Weil. FALLS-protocol menggunakan alat yang sederhana (tanpa Doppler) dan probe microconvex yang sesuai untuk menilai jantung, paru dan pembuluh darah. Sekarang ini, USG merupakan alat yang sudah banyak digunakan di UGD.*

**Kata kunci :** syok, terapi cairan, ultrasonografi paru

#### ABSTRACT

*Fluid therapy in the emergency case, especially shock is usefull for the patient, but it can be detrimental if we give it too much. There is so many type of shock, and fluid therapy is not the answer for all type of shock. FALLS-protocol (Fluid Administration Limited by Lung Sonography) was designed so that there is guidance for fluid therapy on shock patient.*

*FALLS-protocol follows weil's classification of shock. It uses simple equipment (ultrasonography) and microconvex probe that can be used to assess heart, lung, and vascular. Right now, the ultrasonography is so well known in the emergency setting.*

**Keywords :** shock, fluid therapy, lung ultrasound.

#### TINJAUAN PUSTAKA

##### Dasar USG

Ultrasonography (USG) adalah pemeriksaan dalam bidang penunjang diagnostik yang memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi yang tinggi dalam menghasilkan imajing, tanpa menggunakan radiasi, tidak menimbulkan rasa sakit (non traumatik), tidak menimbulkan efek samping (non invasif), relatif murah, pemeriksaannya relatif cepat, dan persiapan pasien serta peralatannya relatif mudah Gelombang suara ultrasound memiliki frekuensi lebih dari

20.000Hz, tapi yang dimanfaatkan dalam teknik *ultrasonography* (kedokteran) hanya gelombang suara dengan frekuensi 1-10 MHz <sup>1</sup>

Ultrasound pertama kali digunakan sesudah perang dunia I, dalam bentuk radar atau teknik sonar (*sound navigation and ranging*) oleh Langevin tahun 1918 untuk mengetahui adanya ranjau-ranjau atau adanya kapal selam. Namun seiring berkembangnya zaman dan teknologi, ultrasound sekarang juga digunakan di bidang kesehatan dan disebut *ultrasonography* (USG). Ultrasound dalam bidang kesehatan bertujuan untuk pemeriksaan

organ-organ tubuh yang dapat diketahui bentuk, ukuran anatomis, gerakan, serta hubungannya dengan jaringan lain disekitarnya <sup>1,2</sup>

**Sifat dasar ultrasound <sup>1,3</sup> :**

- Sangat lambat bila melalui media yang bersifat gas, dan sangat cepat bila melalui media padat
- Semakin padat suatu media maka semakin cepat kecepatan suaranya.
- Apabila melalui suatu media maka akan terjadi atenuasi.

**Komponen utama pesawat USG <sup>1</sup>:**

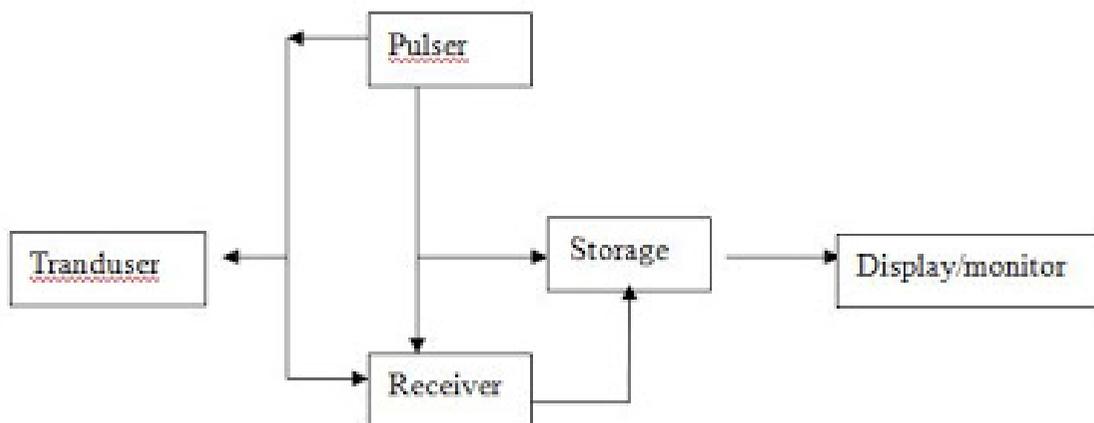
1. *Pulser* adalah alat yang berfungsi sebagai penghasil tegangan untuk merangsang kristal pada *transducer* dan membangkitkan gelombang ultrasound.
2. *Transducer* adalah alat yang berfungsi sebagai *transmitter* (pemancar) sekaligus sebagai *receiver* (penerima). Dalam fungsinya sebagai pemancar, *transducer* merubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa getaran suara berfrekuensi tinggi. Fungsi *receiver* pada *transducer* merubah energi mekanik menjadi listrik.
3. Tabung sinar katoda adalah alat untuk menampilkan gambaran ultrasound. Pada tabung ini terdapat tabung hampa udara yg

memiliki beda potensial yang tinggi antara anoda dan katoda.

4. *Printer* adalah alat yang digunakan untuk mendokumentasikan gambaran yang ditampilkan oleh tabung sinar katoda.
5. *Display* adalah alat peraga hasil gambaran scanning pada TV monitor.

**Prinsip kerja pesawat USG <sup>1,2</sup>:**

- Generator pulsa (*oscilator*) berfungsi sebagai penghasil gelombang listrik, kemudian oleh *transducer* diubah menjadi gelombang suara yang diteruskan ke medium.
- Apabila gelombang suara mengenai jaringan yang memiliki nilai akustik impedansi, maka gelombang suara akan dipantulkan kembali sebagai echo.
- Didalam media (jaringan) akan terjadi atenuasi, gema (echo) yang lebih jauh maka intensitasnya lebih lemah dibandingkan dari echo yg lebih superficial. Dan untuk memperoleh gambaran yang sama jelasnya disemua lapisan diperkuat dengan TGC (*Time Gain Compensator*).
- Pantulan gema akan ditangkap oleh *transducer* dan diteruskan ke *amplifier* untuk diperkuat. Dan gelombang ini kemudian diteruskan ke tabung sinar katoda melalui *receiver* seterusnya ditampilkan sebagai gambar di layar monitor.



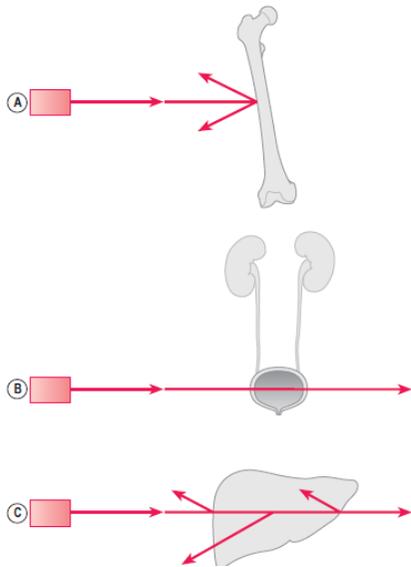
Gambar 1. diagram USG

**Hasil pemeriksaan ultrasonography <sup>1,3</sup>:**

- Putih (*hyperechoic/hyperechoigenic*): tulang, otot padat.
- Abu-abu (putih+hitam) atau hypoechoic: hepar,

otak, uterus,ren.

- Hitam (*anechoic/anechoigenic*): cairan dan sejenisnya



**Gambar 2.** Tulang (A), sangat memantulkan gelombang maka akan terlihat putih pada gambaran USG. Cairan (B) akan meneruskan gelombang (akan terlihat hitam). Hepar (C), gelombang sebagian dipantulkan sebagian diserap (akan terlihat abu-abu)

#### Kelemahan Ultrasonografi <sup>1</sup>:

- Dapat ditahan oleh kertas tipis.
- Antara transducer (probe) dengan kulit tidak dapat kontak dengan baik (*interface*) sehingga bias terjadi artefak sehingga perlu diberi jelly sebagai penghantar ultrasound.
- Bila ada celah dan ada udara, gelombang suara akan dihamburkan.

#### Kelebihan Ultrasonografi <sup>3</sup>:

- Pasien dapat diperiksa langsung tanpa persiapan dan memberi hasil yang cepat.
- Bersifat non invasive sehingga dapat dilakukan pula pada anak-anak.
- Aman untuk pasien dan operator, karena tidak tergantung pada radiasi ionisasi.
- Memberi informasi dengan batas struktur organ sehingga memberi gambaran anatomis lebih besar dari informasi fungsi organ.
- Semua organ kecuali yang mengandung udara dapat ditentukan bentuk, ukuran, posisi, dan ruang interspasial.
- Dapat membedakan jenis jaringan dengan melihat perbedaan interaksi dengan gelombang suara.

- Dapat mendeteksi struktur yang bergerak seperti pulsasi fetal.

#### Pengaturan pada pemeriksaan USG <sup>4</sup>

Sering kali kita akan kebingungan jika memakai alat USG yang tidak biasa kita gunakan. Alasannya tentu beda merk, beda tombol. Namun sebenarnya, semua alat USG pada prinsipnya sama, baik yg harganya murah maupun mahal. Kita bisa bayangkan sebuah mobil, jika kita sudah paham apa itu fungsi steer, rem, gas, kopling, maka kita akan bisa mengendarai mobil jenis apapun dan merek apapun. Karena itulah dasar pemakaiannya. Sama halnya dalam pengoperasian alat USG. Jika kita sudah memahami dasar-dasar pemakaian alat USG, maka kita akan mampu mengoperasikan berbagai jenis merk alat tersebut.

#### Gain

*Gain* adalah pengatur gelap/terang gambar USG. Pengaturan *gain* sesuai kebutuhan pengguna. Pengaturannya dapat menggunakan tombol *overall gain* atau TGC. Tombol *overall gain* akan menaikkan/ menurunkan *gain* secara keseluruhan lapangan *scanning*. Tombol TGC akan mengatur *gain* lapisan demi lapisan. TGC akan berguna dalam menampilkan gambar yang homogen.

#### Focus

*Focus* digunakan untuk menegaskan gambar pada bagian tertentu. Dalam pengaturannya, *focus* di tempatkan pada suatu titik sehingga titik tersebut akan terlihat lebih jelas. *Focus* dapat di atur satu, dua, tiga dan seterusnya. Yang umum di pakai adalah satu *focus*. Semakin banyak *focus* yang digunakan, maka *frame rate* alat semakin menurun/lambat.

#### Frekuensi

Pengaturan frekuensi sangat bergantung pada kondisi pasien. Hukum yg berlaku antara frekuensi, daya tembus dan resolusi adalah "semakin tinggi frekuensi, maka resolusi semakin baik, tetapi daya tembus gelombang akan menurun/dangkal. Semakin rendah frekuensi, maka daya tembus gelombang semakin kuat/dalam, tetapi resolusi akan menurun". Melihat dari hal tersebut, maka

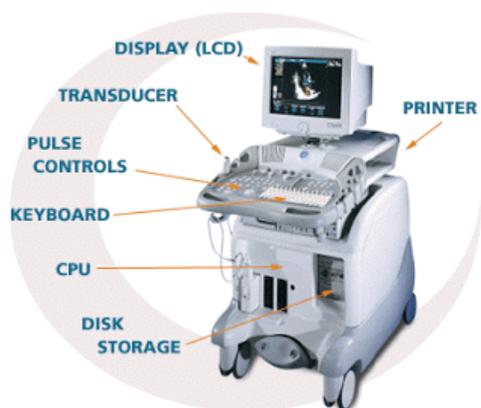
pemakaian alat harus disesuaikan. Jika pasien gemuk, kita gunakan frekuensi rendah (biasanya 2 Mhz), jika pasien sedang pakai frekuensi 3.5 Mhz, dan jika pasien kurus, kita dapat menggunakan frekuensi tinggi (5Mhz).

**Depth**

Merupakan tingkat kedalaman skening yang ditampilkan dilayar *Depth* diatur sesuai kebutuhan. Penurunan *depth* dapat juga dipakai sebagai zoom.

**Printer setting**

Yang dimaksud disini adalah pengaturan *brightness* dan kontras. Kadangkala, hasil *printer* tidak sama dengan apa yg ditampilkan pada monitor. Jika demikian, dapat dilakukan pengaturan pada *printer*. Pengaturan ini disesuaikan dengan kebutuhan.

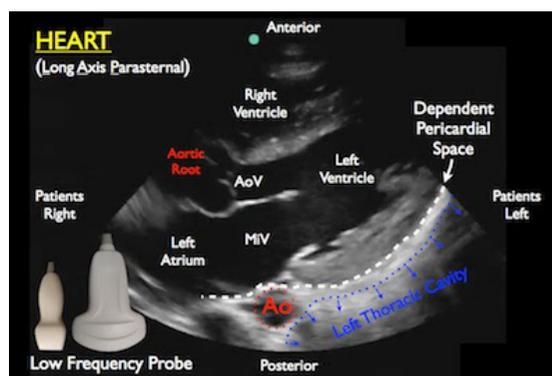


Gambar 3, mesin USG

interstitial, dimana hal ini dipertimbangkan sebagai penanda khusus adanya volemia klinis. FALLS-protocol diintegrasikan dengan pendekatan global, yang dinamakan Limited Investigation (mempertimbangkan terapi hemodinamik)<sup>6</sup>

**Menyingkirkan Adanya Syok Obstruktif**

Probe pertama diarahkan ke jantung, sehingga secara cepat dapat menyingkirkan tamponade jantung sebagai penyebab syok. Setelah itu kita geser probe untuk mencari pembesaran jantung kanan yang mengindikasikan kemungkinan adanya emboli paru. Pada kasus dimana gambaran jantung tidak begitu jelas, maka kita lebih memilih mengaplikasikan BLUE-protocol atau menggabungkan keduanya dengan sistematis. BLUE-protocol melihat gambaran ultrasonografi paru dan pembuluh darah dengan sensitifitas sebesar 81% dan spesifisitas 99% untuk mendiagnosis emboli paru<sup>7</sup>.



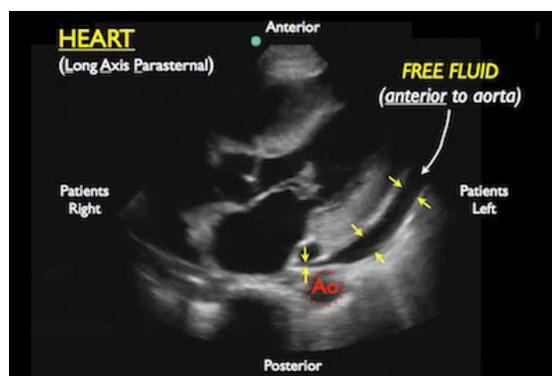
Gambar 4, USG jantung normal potongan long axis parasternal

**FALLS-protocol (Fluid Administration Limited by Lung Sonography)**

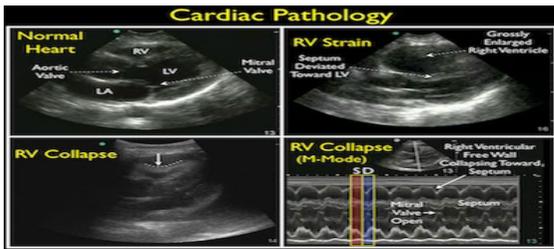
FALLS-protocol membantu dokter pada lini pertama untuk dapat menangani syok pada jam-jam pertama, dengan menghadirkan suatu diagnosa. FALLS-protocol mencoba menjawab dua pertanyaan utama tentang terapi cairan :

- 1) Pasien apa yang membutuhkan terapi cairan pada kasus gawat darurat?
- 2) Kapan terapi cairan harus dihentikan setelah dimulai?

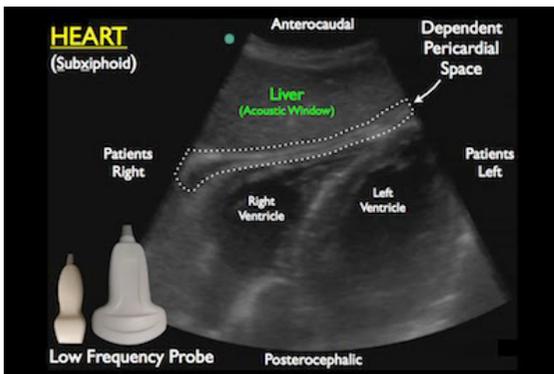
Protokol ini memanfaatkan kemampuan ultrasonografi untuk mendeteksi adanya sindrom



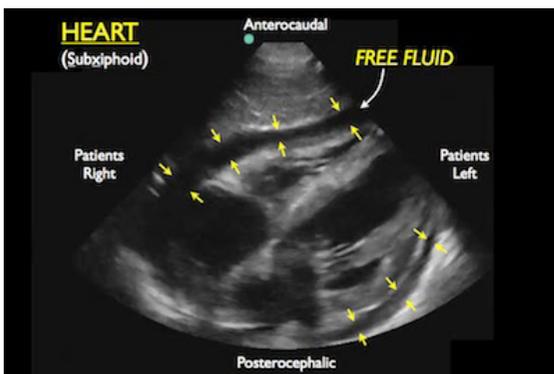
Gambar 5. USG efusi pericardium potongan long axis parasternal



Gambar 6, USG pembesaran ventrikel kanan potongan long axis parasternal



Gambar 7, USG jantung normal potongan subxiphoid



Gambar 8, USG efusi perikardium potongan subxiphoid

Langkah selanjutnya dari FALLS-protocol adalah menempatkan probe pada area paru anterior, yang dapat secara cepat menyingkirkan pneumothorax sebagai kemungkinan penyebab syok, yang dapat dilihat dengan gambaran profil A pada BLUE-protocol, hilangnya pergeseran paru dengan A-line yang berulang.



Figure 6 Pneumothorax and the stratosfer sign. Left: same pattern as in Figure 2, i.e., pleural line with A-lines, indicating gas below the pleural line. Not visible on the left image: lung sliding is totally absent. Right: here on M-mode, the abolition of lung sliding is visible through the stratosfer sign (which replaces the seashore sign) and indicates total absence of motion. This suggests pneumothorax as a possible cause (see others in text). Arrows: location of the pleural line. The combination of abolished lung sliding with A-lines, at the anterior chest wall, is the A-profile of the BLUE-protocol (as opposed to the A-profile, where lung sliding is present, ruling out pneumothorax). Extract from "Whole body ultrasonography in the critically ill" (2010 Ed, Chapter 18), with kind permission of Springer Science.

Gambar 9, USG pneumothorax dan tanda stratosfer

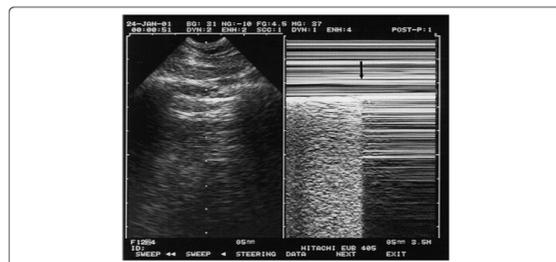


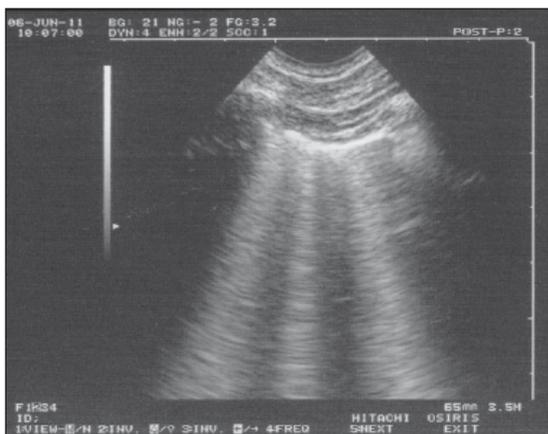
Figure 7 Pneumothorax and the lung point. A specific sign of pneumothorax. Real-time allows detection of the inspiratory increase in volume of the collapsed lung. When reaching the chest wall where the probe is laid, it makes a sudden change in the ultrasound image, from an A-profile to an A- or B-profile usually. The change is sudden because (using an appropriate equipment, without average filters or time lag mainly) ultrasound is a highly sensitive method, able to detect subtle changes, such as the difference between free gas and alveolar gas. The left image shows the pleural line just before the visceral pleura appears. The right image shows (arrow) the very moment the visceral pleura has touched the parietal pleura. This sign has been called lung point (it can be seen along a line, but one point is sufficient for the diagnosis). Video visible at CEUR/Net. Extract from "Whole body ultrasonography in the critically ill" (2010 Ed, Chapter 18), with kind permission of Springer Science.

Gambar 10, USG pneumothorax dan lung point

### Menyingkirkan Adanya Syok Kardiogenik

Jika tamponade jantung, emboli paru, dan pneumothorax sudah disingkirkan, maka diagnosis syok obstruktif dapat disingkirkan juga, dan FALLS-protocol melangkah lebih jauh untuk mencari sindrom interstitial. Pada ultrasonografi, sindrom interstitial digambarkan dengan adanya lung rockets. Lung rockets didefinisikan sebagai tiga atau lebih B-lines pada gambaran diantara dua tulang rusuk. B-line adalah sebuah artifak ekor komet yang digambarkan seperti pada gambar 11. Pada BLUE-protocol, deteksi adanya sindrom interstitial, anterior, bilateral, dan adanya pergeseran paru didefinisikan sebagai profil B, dan menggambarkan adanya diagnosis kearah edema paru akut karena hemodinamik dengan sensitifitas sebesar 97% dan spesifisitas sebesar 95%<sup>7</sup>. Edema paru diasosiasikan dengan *cardiac output* yang ren-

dah pada syok kardiogenik yang berasal dari gagal jantung kiri. Hipokontraktilitas ventrikel kiri juga sering dikaitkan dengan hal tersebut. Tidak adanya profil B pada pasien dengan gagal sirkulasi akut maka secara skematis syok kardiogenik dapat disingkirkan.



Gambar 11 – gambaran lung rocket.

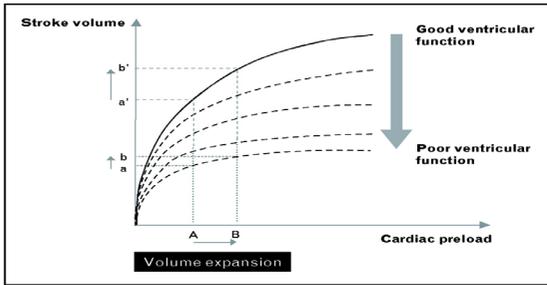
#### Menyingkirkan Adanya Syok Hipovolemik

Dengan melakukan pendekatan yang skematis, maka syok obstruktif dan syok kardiogenik dapat disingkirkan. Pada tahap ini, FALLS-protocol akan menilai artifak paru yang lain : A-line. Profil A menggambarkan adanya A-lines dengan pergeseran paru. Menilai profil A, pada langkah ini, dua mekanisme penyebab gagal sirkulasi akut dapat dipikirkan, yaitu syok hipovolemik dan syok distributif. Pada konteks ini, syok distributif diasimilasikan dengan syok sepsis, bukan karena untuk membuat sederhana, tetapi karena penyebab yang lain (anafilaktik, syok spinal) lebih jarang ditemukan dan mudah didiagnosa. Profil A berkorelasi dengan *pulmonary artery occlusion pressure* (PAOP) setara dengan atau dibawah 18mmHg dengan spesifisitas 93% dan nilai prediksi

positif sebesar 97%<sup>4</sup>. Pasien syok dengan gambaran profil A, pada langkah ini, disebut FALLS-*responder*. Pasien ini dapat, dan membutuhkan terapi cairan. FALLS-*protocol* merupakan suatu tes terapeutik. Pemberian cairan dengan monitoring ketat dari parameter klinis sirkulasi dan ultrasonografi paru. Langkah ini juga mencari penyebab penyakitnya (lokasi perdarahan, lokasi sepsis, dst). FALLS-*protocol* mendefinisikan syok hipovolemik, apapun penyebabnya, sebagai peningkatan fungsi sirkulasi setelah terapi cairan (tanpa perubahan profil A). Syok perdarahan dengan perdarahan yang masih berlangsung adalah kasus khusus, dimana pemberian terapi cairan terus menerus yang membabi buta dapat menyebabkan hemodilusi yang ekstrim, maka syok hemoragik membuat isu lebih kearah terapeetik dibandingkan diagnosis.

#### Diagnosa Syok Distributif

Jika secara klinis tidak ada perbaikan, maka terapi cairan dapat membuat kelebihan cairan di jaringan, terutama di paru-paru dimana seharusnya tidak ada cairan. Maka gambaran lung rocket dapat muncul. Perubahan A-lines menjadi B-lines selama terapi cairan dapat terjadi pada nilai PAOP 18 mmHg. Edema interstitial merupakan gejala awal dari terjadinya edema paru. FALLS-*protocol* dapat mendeteksi terjadinya edema paru walaupun minimal, sebagai penanda adanya kelebihan cairan. Pada langkah ini, disebut FALLS-*endpoint*, terapi cairan dihentikan. Hal ini mengindikasikan bahwa mekanisme terjadinya syok merupakan vasoplegic, karena penyebab syok yang lain telah disingkirkan sebelumnya. Pada titik ini, klinisi harus memperbaiki satu dari beberapa parameter. Parameter yang harus diubah bukanlah sindrom interstitial, tetapi posisi jantung pada kurva Frank-Starling, dimana mulai bekerja pada porsi yang datar.



The relationship between stroke volume and cardiac preload depends on the ventricular function. This explains why the effects of a volume expansion (increase in cardiac preload from A to B) can induce effects on stroke volume of small (from a to b) or of large (from a' to b') magnitude. It is also the reason why the effects of volume expansion cannot be predicted from a static value of cardiac preload (A).

Gambar 12, kurva frank-starling

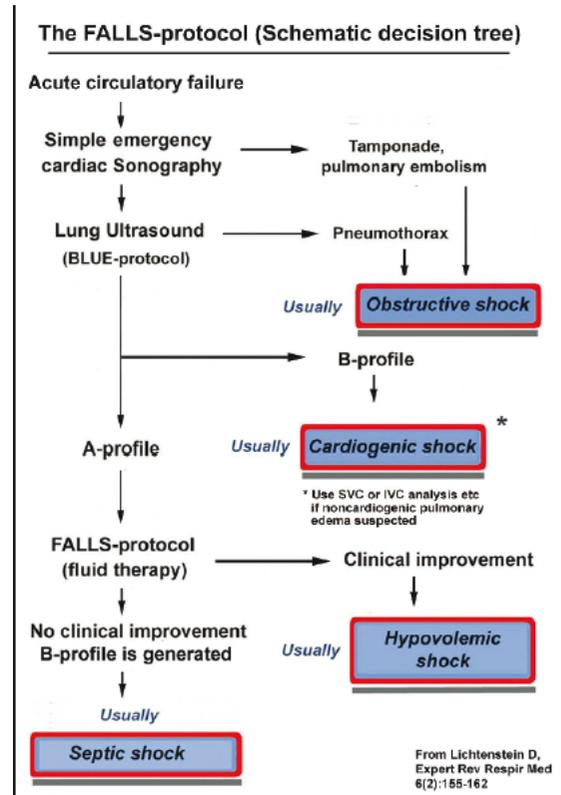
Hal ini diperoleh menggunakan baik secara invasive (hemodiafiltrasi) atau noninvasif (merendahkan kembali kaki pasien yang sebelumnya telah dinaikkan, suatu manuver yang dikenal sebagai FALLS PLR-protocol), yang paling logis adalah beberapa pemeriksaan kultur darah. Blood-letting akan bermanfaat untuk prognosis pasien, karena penyebab syok satu-satunya yang tersisa adalah syok septik. Terapi cairan saat ini dianggap sudah optimal, dan terapi klasik dari syok sepsis (agen vasoaktif, dll) mulai diberikan. Transformasi profil A menjadi profil B selama terapi cairan tanpa perbaikan klinis mendefinisikan adanya syok septik berdasarkan protocol (gambar 13 dan 14). Syok septik adalah langkah terakhir dari FALLS-protocol. FALLS-protocol mengikuti pelayanan standar pada syok septik<sup>8</sup>, yaitu pemberian terapi cairan secara awal dan massif.

Sebagai tambahan, FALLS-protocol mengambil keuntungan dari beberapa rekomendasi berikut ini :

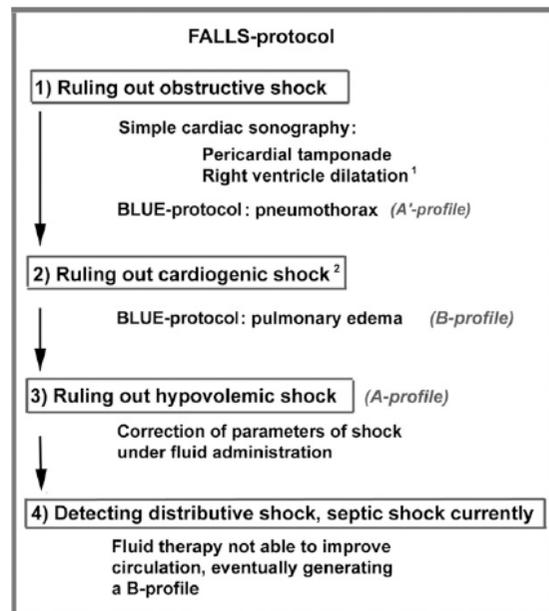
- Terapi cairan dapat dimulai sebelum diagnose syok septik ditegakkan, yang biasanya membutuhkan waktu dan dapat menyebabkan keterlambatan penanganan.
- Pemberian cairan tidak dapat melebihi dosis yang disarankan.

Titik akhir ini digunakan untuk menentukan perubahan objektif, mengingat konsep patofisiologis dari volemia klinis. Perubahan dari A-lines menjadi B-lines menyediakan parameter on-off yang tidak

tergantungan dari batasan atau hambatan pada metode yang biasa.



Gambar 13, Decision tree untuk FALLS protocol.



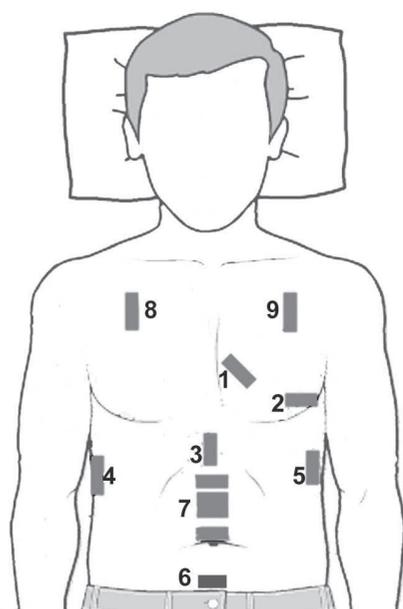
Gambar 14, Decision tree untuk FALLS protocol

Tingkat mortalitas pada syok septik adalah tinggi. Salah satu tujuan dari FALLS-*protocol* adalah untuk mengurangi angka ini. Sebagai tambahan, FALLS-*protocol* digunakan sebagai alat yang modern untuk mendiagnosa hypovolemia. Akan lebih dipertimbangkan pada pasien dengan kondisi yang rumit, seperti pasien dengan penyakit yang kompleks, pasien peri-operatif, pasien obese dimana segalanya lebih sulit dinilai (tetapi tidak untuk ultrasonografi paru).

**Perbedaan FALLS-protocol dan RUSH protocol**

Kedua protokol ini sama-sama dapat

digunakan pada pasien dengan syok dan keduanya menggunakan alat yang sederhana, yaitu ultrasonografi (USG). Perbedaannya adalah, FALLS-*protocol* digunakan untuk menentukan batas dari terapi cairan yang kita berikan kepada pasien syok dengan melakukan ultrasonografi pada jantung dan paru, sedangkan RUSH *protocol* digunakan untuk mendiagnosa penyebab syok pada pasien dengan melakukan ultrasonografi selain pada jantung dan paru, juga dilakukan ultrasonografi pada pembuluh darah seperti yang bisa dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



### RUSH(ed) Exam Sequencing

1. Parasternal Long Cardiac View
2. Apical Four-Chamber Cardiac View
3. Inferior Vena Cava View
4. Morison's with Hemothorax View
5. Splenorenal with Hemothorax View
6. Bladder View
7. Aortic Slide Views
8. Pulmonary View
9. Pulmonary View

Use Curvilinear Array for all Views  
Add in a search for Ectopic Pregnancy and DVT depending on clinical circumstances

Gambar 15, sekuens pemeriksaan RUSH Protocol

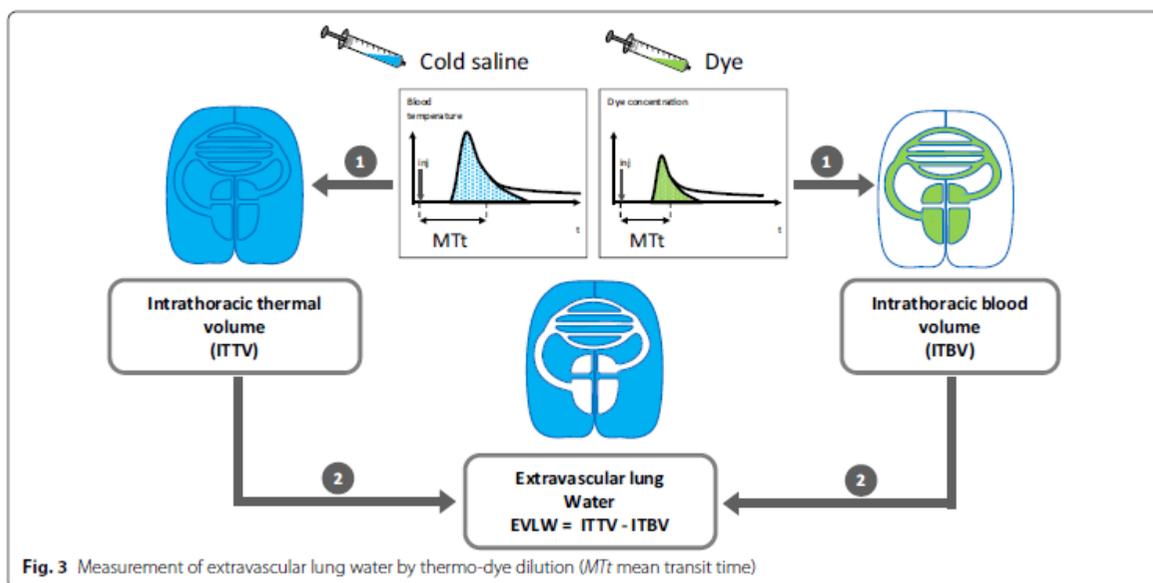
Tabel 1. Gambaran hasil pemeriksaan RUSH protocol

RUSH exam	Hypovolemic shock	Distributive shock	Obstructive shock	Cardiogenic shock
Pump	Hyperdynamic heart	Hyperdynamic heart (early sepsis)	Pericardial tamponade RV strain	Poor contractility
		Poor contractility (late sepsis)	Poor contractility	
Tank	Small, collapsing IVC Peritoneal or pleural fluid	Normal/small IVC Pleural or peritoneal fluid	Large, non-collapsing IVC Absent lung sliding	Large, non-collapsing IVC Lung rockets Pleural effusion
Pipes	AAA or dissection	Normal	DVT	Normal

### Perbedaan EVLW dan B-lines

*Extravascular lung water* (EVLW) adalah jumlah air yang terkandung pada paru-paru diluar vaskularisasi pulmonal. Hal ini merupakan penjumlahan dari cairan interstitial, intraselular, alveolar dan limfatik, tidak termasuk efusi pleura. Penggunaan ultrasonografi paru makin sering digunakan untuk mendeteksi adanya edema paru. Tetapi ultrasonografi paru tidak dapat mengukur secara kuantitatif jumlah air yang terkandung dalam paru-paru sehingga tidak dapat ditentukan derajat keparahan edema paru. Selain itu ultrasonografi hanya dapat menilai edema paru pada area tertentu, bukan pada keseluruhan paru-paru<sup>11</sup>.

Untuk mengukur EVLW dibutuhkan adanya kateter vena sentral yang diinsersikan pada vena cava superior dan thermistor-tipped kateter arteri yang diinsersikan pada arteri femoralis. Teknik thermo-dye dilution dilakukan dengan cara menginjeksikan indikator dingin (cairan saline dingin) dan indikator kolorimetrik (indocyanine green) melalui kateter vena sentral. Volume distribusi dari indikator dingin menunjukkan volume intravaskular dan extravaskular dari kompartemen intrathorakal, namun indikator kolorimetrik hanya menunjukkan volume intravascular. Maka pengukuran EVLW diperoleh dengan cara mengurangi volume distribusi kedua indikator tersebut seperti yang ditunjukkan dari gambar dibawah ini<sup>11</sup>.



Gambar 16, diagram pengukuran EVLW

### BAB III KESIMPULAN

Kelebihan dari FALLS-*protocol* adalah dapat dipelajari dengan cepat, membutuhkan alat yang sederhana, dapat diaplikasikan disamping tempat tidur pasien, sederhana (FALLS-*protocol* tidak membuat perhitungan apapun) dan kemungkinan melihat langsung status volume. Beberapa fitur bahkan lebih bermanfaat pada beberapa kondisi tertentu, ketika echocardiography transtoracal sulit untuk dilakukan, atau ada masalah dengan echocardiography transesophageal seperti tidak adanya peralatan yang sesuai.

Ultrasonografi dapat digunakan tanpa adaptasi yang kompleks oleh seorang intensivis, anesthesiologis, spesialis anak, intensivis anak, dokter yang bekerja di unit gawat darurat maupun yang lain (spesialis jantung, paru, ginjal, dll), bahkan dokter yang bekerja di luar rumah sakit. Alat pemeriksaan sangat mudah didapatkan. Sangat dapat diaplikasikan mulai dari ICU yang sangat lengkap sampai dengan ruang periksa yang standar.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Jankovic D, Peng P, Jankovic Regional Nerve Blocks in Anesthesia & Pain Therapy 4<sup>th</sup> edition. New York : Springer 2015

2. Samer N, Atlas of Ultrasound-Guided Procedure for Interventional pain Management. New York : Springer, 2010.
  3. Arbona F, Khabiri B, Norton J. Ultrasound-Guided Regional Anesthesia - A Practical Approach to Peripheral Nerve Blocks and Perineural Catheters. New York : Cambridge University Press. 2011
  4. Lichtenstein D, Mezière G, Lagoueyte JF, et al. A-lines and B-lines: Lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest* 2009; 136: 1014-20.
  5. Lichtenstein D. Fluid Administration Limited by Lung Sonography: the place of lung ultrasound in assessment of acute circulatory failure (the FALLS-protocol). *Expert Rev Respir Med* 2012; 6: 155-62.
  6. Weil MH, Shubin H. Proposed reclassification of shock states with special reference to distributive defects. *Adv Exp Med Biol* 1971; 23: 13.
  7. Lichtenstein D, Mezière G. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure. The BLUEprotocol. *Chest* 2008; 134: 117-25
  8. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med* 2001; 345: 1368-77.
  9. Lichtenstein D. Limited Investigation considering hemodynamic therapy. In: *Whole Body Ultrasonography in the Critically Ill*. 4th Ed Springer 2010; 223-242.
  10. Lichtenstein D, Karakitsos D. Integrating lung ultrasound in the hemodynamic evaluation of acute circulatory failure (the FALLS-protocol). *J Crit Care* 2012; 27: 533.
  11. Jozwiak et al. Ann. Extravascular lung water in critical care: recent advances and clinical applications. *Intensive Care* (2015) 5:38
-