



ULTRASONOGRAFI PADA SISTEM RESPIRASI

**Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
2025**

ULTRASONOGRAFI PADA SISTEM RESPIRASI

Editor

Prof. DR. dr. Agus Dwi Susanto, Sp.P(K), FISR, FAPSR.
Prof. dr. Wiwien Heru Wiyono, PhD, Sp.P(K), FISR.
Dr. Praseno Hadi SpP(K), Ph.D, KIC

Penyusun

DR.Dr. Lusi Nursilawati Syamsi, Sp.P M.Farm FCCP
Dr. Priska Duana Putri SpP Sub.(Onk.T)
DR.Dr.Mia Elhidsi Sp.P (K)
DR.Dr.Isnin Anang Marhana, Sp.P(K)
Dr. Brigitta Devi Anindita Hapsari, Sp.P(K)
Dr. Sri Melati Munir, Sp.P(K). Onk
Dr. Ira Nurasyidah, Sp.P(K), FPSR, FISR
Dr. Megantara Supriyadi, Sp.P(K)Onk, FISR.
Dr. Ferry Dwi Kurniawan, Sp.P(K), Ph.D, FAPSR
Dr. Okto M F Harahap, Sp.P(K)
Dr. Irvan Medison, SpP(K) FISR, FAPSR
Dr Widya Sri Hastuti. Sp.P
Dr. Rahma Ayu Indahati, Sp.P
Dr. Erry Prasetyo, Sp.P
Dr. Hario Baskoro, SpP, PhD
Dr. Irmis Syafa'ah, dr, SpP(K)
Dr. Soraya Riefani, Sp.P

**Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
2025**

ULTRASONOGRAFI PADA SISTEM RESPIRASI

Editor

Prof. DR. dr. Agus Dwi Susanto, Sp.P(K), FISR, FAPSR.

Prof. dr. Wiwien Heru Wiyono, PhD, Sp.P(K), FISR.

Dr. Praseno Hadi SpP(K), Ph.D, KIC

Penyusun

DR.Dr. Lusi Nursilawati Syamsi, Sp.P M.Farm FCCP

Dr. Priska Duana Putri SpP Sub.(Onk.T)

DR.Dr.Mia Elhidsi Sp.P (K)

DR.Dr.Isnin Anang Marhana, Sp.P(K)

Dr. Brigitta Devi Anindita Hapsari, Sp.P(K)

Dr. Sri Melati Munir, Sp.P(K). Onk

Dr. Ira Nurrasyidah, Sp.P(K), FPSR, FISR

Dr. Megantara Supriyadi, Sp.P(K)Onk, FISR.

Dr. Ferry Dwi Kurniawan, Sp.P(K), Ph.D, FAPSR

Dr. Okto M F Harahap, Sp.P(K)

Dr. Irvan Medison, SpP(K) FISR, FAPSR

Dr Widya Sri Hastuti. Sp.P

Dr. Rahma Ayu Indahati, Sp.P

Dr. Erry Prasetyo, Sp.P

Dr. Hario Baskoro, SpP, PhD

Dr. Irmis Syafa'ah, dr, SpP(K)

Dr. Soraya Riefani, Sp.P

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak, mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan dalam bentuk apapun tanpa seijin penulis dan penerbit.

Diterbitkan pertama kali oleh:
Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Jakarta, Mei 2025

Percetakan buku ini dikelola oleh:
Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Jl. Cipinang Bunder No. 19 Cipinang Pulogadung Jakarta

ISBN:

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Subhana Wata'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku seri pertama ini yang berjudul "Ultrasonografi pada Sistem Respirasi" dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif dan aplikatif mengenai penggunaan Point-of-Care Ultrasound (PoCUS) dalam evaluasi sistem respirasi, khususnya pada kondisi-kondisi yang sering dijumpai dalam praktik klinis seperti efusi pleura, pneumotoraks, konsolidasi paru, edema paru, kelainan diafragma, dan keganasan toraks.

Ultrasonografi toraks telah berkembang pesat sebagai alat diagnostik penting, terutama karena keunggulannya yang bersifat bedside, real-time, non-invasif, dan tanpa radiasi. Di era kedokteran berbasis bukti dan keterbatasan waktu dalam penatalaksanaan pasien akut, kehadiran USG paru dan pleura menjadi sangat relevan, baik dalam konteks gawat darurat, rawat inap, maupun pemantauan harian di ruang perawatan intensif.

Buku ini disusun untuk menjembatani kebutuhan praktisi, residen, dan mahasiswa dalam memahami prinsip dasar USG paru serta bagaimana mengintegrasikan temuan sonografik ke dalam pengambilan keputusan klinis. Penyajian materi dilengkapi dengan ilustrasi, algoritma diagnostik, dan interpretasi kasus untuk memudahkan pembaca dalam mengaplikasikan pengetahuan ke praktik nyata.

Kami menyadari bahwa penyusunan buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, masukan dan kritik konstruktif dari para pembaca sangat kami harapkan demi perbaikan edisi selanjutnya. Akhir kata, kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat dan mendukung peningkatan kompetensi klinis dalam bidang respirasi dan ultrasonografi toraks.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I DASAR ULTRASONOGRAFI RESPIRASI	1
1.1. SEJARAH DAN PERKEMBANGAN USG PARU DAN PLEURA	1
1.1.1. Latar Belakang	1
1.1.2. Perkembangan Awal	1
1.1.3. Implementasi Klinis	1
1.1.4. USG di Kedokteran Gawat Darurat	1
1.1.5. Sejarah Awal Penggunaan USG Paru pada Pasien Kritis	2
1.1.6. Konsep: USG Paru sebagai Bagian dari USG Kritis	3
1.1.7. Tujuh Prinsip Dasar Lung Ultrasound (LUS)	4
1.2. PRINSIP KERJA USG DAN KARAKTERISTIK GELOMBANG	5
1.2.1. Prinsip Kerja USG pada Paru	5
1.2.2. Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Paru	6
1.2.3. Kesimpulan Klinis	7
1.3. MESIN USG, JENIS PROBE DAN PENGATURANNYA	8
1.3.1. Fungsi USG digunakan untuk	8
1.3.2. Jenis - Jenis USG	8
1.3.3. Pengenalan Umum Alat USG	9
1.3.4. Tahap -tahap Penggunaan USG	11
1.3.5. Keterangan tombol	12
1.3.6. Pemilihan transduser	14
1.4. TEKNIK PEMERIKSAAN USG TORAKS DAN STANDARISASI ZONA	16
1.4.1. Pemeriksaan Ultrasonografi	17
1.4.2. Prosedur Scan saat pasien sulit untuk duduk	22

1.4.3. Pemeriksaan ultrasonografi paru dapat digunakan untuk mendeteksi	23
1.4.4. Keterbatasan USG Paru	23
1.5. TAMPILAN NORMAL PARU DAN PLEURA DI USG	23
1.5.1. USG Paru Normal	23
1.5.2. Pleura Normal	27
BAB II. ARTEFAK DAN POLA USG PADA PARU DAN PLEURA	28
2.1. ARTEFAK PADA USG PARU DAN PLEURA	28
2.2. POLA USG PATOLOGIS PARU DAN PLEURA	29
2.2.1. Pola Interstisial.....	29
2.2.2. Pola Konsolidasi Alveolar	32
2.2.3. Pola Efusi Pleura.....	33
2.2.4. Pola Pneumotoraks	37
2.2.5. Skoring USG Paru	40
BAB III. EVALUASI KLINIS SESAK NAPAS DAN NYERI DADA	43
3.1. EVALUASI SESAK NAPAS	43
3.3.1. Algoritma ABCD (Airway, Breathing, Circulation, Dvt/Pe) Dan Peran Pocus	43
3.3.2. Protokol BLUE, FALLS ,eFAST, Dan RUSH: Aplikasi Pada Sesak Napas	44
3.3.3. Patologi Sistem Respirasi	57
3.2. EVALUASI NYERI DADA AKUT	59
BAB IV. TINDAKAN USG DAN DOKUMENTASI	61
4.1. DOKUMENTASI PEMERIKSAAN USG TORAKS	63
4.2. TINDAKAN INVASIF DENGAN PANDUAN USG	63
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Tombologi alat USG	11
Gambar 1. 2	Jenis jenis Probe USG	15
Gambar 1. 3	Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk	18
Gambar 1. 4	Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk	19
Gambar 1. 5	Pemeriksaan transhepatik	20
Gambar 1. 6	Pemeriksaan dari aspek lateral	21
Gambar 1. 7	Diagram Skematik Menunjukkan Bidang Anatomi dan Ultrasonografi	22
Gambar 1. 8	Ultrasonografi paru normal	24
Gambar 1. 9	A-lines	25
Gambar 1. 10	Mode-M di paru-paru normal: sea-shore sign	26
Gambar 1. 11	Pleura Normal	27
Gambar 2. 1	B-lines atau lung rockets	31
Gambar 2. 2	White lung	32
Gambar 2. 3	Konsolidasi alveolar	33
Gambar 2. 4	Efusi dan empiema pleura	35
Gambar 2. 5	Pneumothorax dan ‘stratosphere signs’	38
Gambar 2. 6	Lung Pulse	40
Gambar 2. 7	Klasifikasi temuan patologis ultrasonografi paru	42
Gambar 3. 1	Area Pemeriksaan dan Titik-Titik BLUE (BLUE-points)	45
Gambar 3. 2	Skema Protokol BLUE	47
Gambar 3. 3	Skema Protokol FALLS	49
Gambar 3. 4	Skema algoritma penatalaksanaan syok menggunakan USG jantung darurat	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Tombologi USG dan Fungsinya	9
Tabel 1.2	Frekuensi dan Fungsi Masing-Masing Probe USG	15
Tabel 2.1	Skor USG Paru	41
Tabel 3.1	Akurasi Diagnostik Protokol BLUE	46
Tabel 3.2	Perbandingan dengan Protokol Lain	49
Tabel 3.3	Komponen Pemeriksaan RUSH	55
Tabel 3.4	Protokol RUSH	56

BAB I

DASAR ULTRASONOGRAFI RESPIRASI

SEJARAH DAN PERKEMBANGAN USG

Latar Belakang

Ultrasonografi (USG) berasal dari penemuan efek piezoelektrik oleh Curie bersaudara pada tahun 1880, yang memungkinkan konversi tekanan mekanik menjadi gelombang suara. Teknologi ini awalnya digunakan untuk keperluan militer, seperti SONAR pada kapal laut, sebelum akhirnya berkembang ke bidang medis.

Perkembangan Awal

USG pertama kali dimanfaatkan untuk terapi jaringan (seperti Parkinson) dan pencitraan otak (oleh Dussik bersaudara). Kemudian, William Fry dan Ludwig menjadi pelopor pencitraan dua dimensi, yang menjadi dasar USG diagnostik modern. Donald dan Brown di Skotlandia menciptakan pemindai B-mode pertama yang digunakan untuk pencitraan abdomen dan obstetri.

Implementasi Klinis

USG mulai digunakan secara luas dalam bidang kedokteran, seperti kebidanan, kardiologi, dan urologi. Di era pascaperang, kemajuan dalam bahan piezoseramik dan elektronik mempercepat miniaturisasi perangkat, memungkinkan penerapan di tempat tidur pasien (*point-of-care*).

USG di Kedokteran Gawat Darurat

Penggunaan USG di IGD berkembang secara tidak terkoordinasi, namun banyak spesialis non-radiologi mengadopsinya untuk penilaian

cepat. USG ini bersifat *bedside*, dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan fisik, resusitasi, atau prosedur invasif, untuk menjawab pertanyaan klinis spesifik secara cepat, misalnya deteksi batu empedu atau tamponade jantung. (1)

Sejarah Awal Penggunaan USG Paru pada Pasien Kritis bidang Respirasi

- 1983: Dr. Lichtenstein mulai menggunakan USG di tubuh pasien secara umum.
- 1985–1989: Penggunaan USG dilakukan secara insidental di ICU milik Dr. François Fraisse, tetapi belum fokus pada paru.
- Sejak 1989: Penggunaan sistematis dimulai di ICU Dr. François Jardin, menggunakan alat ADR-4000 (rilis 1982), awalnya ditujukan untuk evaluasi jantung namun juga efektif untuk pencitraan tubuh dan paru. Ukuran alat ini setara dengan laptop masa kini, menjadikannya praktis untuk penggunaan *bedside*.
- Dr. Daniel Lichtenstein adalah seorang dokter spesialis perawatan intensif yang berkarya di Hôpital Ambroise-Paré, University Paris-West, Boulogne, Prancis, khususnya di bagian Reanimasi Medis (Intensive Care Unit, ICU). Ia dikenal luas sebagai pelopor USG paru (lung ultrasound) pada pasien kritis dan telah memainkan peran penting dalam memperkenalkan dan mempopulerkan teknik ini di lingkungan ICU. Alamat korespondensi yang tercantum dalam publikasi menunjukkan keterlibatannya aktif dalam pengembangan praktik medis berbasis bukti di bidang perawatan intensif, khususnya dalam inovasi teknologi diagnostik di tempat perawatan (*point-of-care*). (2)

Pada saat itu, USG paru dianggap tidak mungkin dilakukan. Banyak dokter menganggap paru terlalu "dipenuhi udara" untuk diperiksa dengan USG, karena USG tradisional tidak menembus udara. Namun, Lichtenstein membuktikan bahwa artefak-artefak USG paru bukan hanya bisa diinterpretasikan, tetapi juga memiliki nilai diagnostik tinggi, terutama jika dibandingkan dengan keterbatasan radiografi konvensional dan risiko CT scan (seperti paparan radiasi dan kebutuhan transportasi pasien kritis). Lichtenstein menyebut bahwa menguraikan kode artefak adalah bagian mudahnya tantangan sebenarnya adalah mempublikasikan temuan ini karena pada waktu itu belum banyak yang mempercayai manfaat USG paru. Namun, dedikasinya pada eksplorasi artefak paru dan penerapannya dalam praktik klinis menjadikannya tokoh sentral dalam bidang ini. (2)

Konsep: USG Paru sebagai bagian dari USG Kritis

USG Paru merupakan komponen dari USG Kritis, yaitu pendekatan USG menyeluruh pada tubuh pasien kritis. Konsep ini mengandalkan:(3)

- Perangkat sederhana
- Probe universal (multifungsi)
- Aplikasi yang difokuskan pada kondisi akut dan nyawa

Lichtenstein dan timnya memprioritaskan publikasi tentang USG Paru dibandingkan bidang lain seperti deteksi perdarahan pada trauma atau panduan pemasangan kateter vena sentral, karena urgensi dan potensi diagnostik paru yang besar di unit perawatan intensif (ICU).

Tujuh Prinsip Dasar USG Paru (2)

Berikut adalah penjabaran akademik tentang Tujuh Prinsip Dasar USG Paru sebagaimana dirumuskan oleh Daniel Lichtenstein, pelopor USG Paru dalam perawatan intensif dan kegawatdaruratan. Prinsip-prinsip ini merupakan dasar teori dan praktik USG Paru yang valid secara fisiologis dan telah divalidasi oleh studi observasional dan pengalaman klinis ekstensif.

a. Paru Normal memantulkan gelombang USG

Paru yang berisi udara memantulkan hampir seluruh gelombang USG → artefak yang muncul (bukan gambaran jaringan anatomis langsung). Paru tidak dapat divisualisasi secara langsung dengan USG seperti organ padat.

b. Artefak yang dihasilkan oleh udara paru dapat diinterpretasi secara klinis.

A-line, B-line, curtain sign, lung sliding, dan lung point adalah artefak diagnostik, bukan “noise”. Justru artefak inilah yang membentuk dasar interpretasi USG Paru.

c. Paru bisa ditampilkan sepenuhnya dengan probe USG

Pemeriksaan USG paru tidak terbatas pada satu area saja.

Paru dapat dipetakan melalui dinding toraks, anterior, lateral, dan posterior.

d. Pemeriksaan bedside dapat dilakukan secara cepat dan sistematis

Pemeriksaan paru dapat dilakukan dalam <3 menit dengan teknik terstandarisasi seperti protokol BLUE atau pendekatan 12 zona. Ini memungkinkan pemakaian USG Paru dalam kondisi emergensi seperti gagal napas akut.

- e. Diagnostik USG Paru berdasarkan pola artefak
USG Paru tidak menilai satu tanda saja, tetapi kombinasi pola artefak.
Contoh: *A-line* (paru normal), *B-line* (edema paru), *A/B-line* (pneumonia), *lung point* (pneumotoraks).
- f. USG Paru lebih sensitif dari foto toraks.
Dalam mendeteksi efusi pleura, pneumotoraks, konsolidasi, dan edema interstisial, USG Paru memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi daripada *chest X-ray*, terutama pada pasien kritis di ICU atau IGD.
- g. LUS Tidak Membutuhkan Perangkat Canggih (Simple Machines Suffice)
Pemeriksaan USG Paru dapat dilakukan dengan USG portable, probe konvensional, dan pengalaman klinis, tanpa memerlukan perangkat mahal seperti CT-scan atau Doppler canggih. Bahkan probe convex dasar dapat digunakan untuk mendeteksi sebagian besar temuan paru.

PRINSIP KERJA USG DAN KARAKTERISTIK GELOMBANG

Prinsip Kerja USG pada Paru

Pemeriksaan USG paru berbeda dari organ solid lainnya karena paru mengandung udara, suatu medium yang sangat reflektif terhadap gelombang ultrasonik. Oleh karena itu, pencitraan paru tidak mengandalkan visualisasi struktur anatominya secara langsung, melainkan menginterpretasi artefak yang timbul akibat interaksi gelombang dengan permukaan pleura dan kandungan udara. Transduser linear atau convex

digunakan untuk memancarkan gelombang suara ke ruang interkostal. Gelombang yang mencapai permukaan pleura visceral akan dipantulkan dan menimbulkan artefak khas, seperti garis A, garis B, dan dynamic signs seperti lung sliding dan lung pulse. Keberadaan, jumlah, dan pola distribusi artefak tersebut membantu menilai kondisi klinis seperti edema paru, efusi pleura, pneumotoraks, atau konsolidasi.(3)

Karakteristik Gelombang Ultrasonik pada Paru(4)

a. Frekuensi dan Resolusi

- Frekuensi tinggi (7–12 MHz) pada transduser linear digunakan untuk struktur superfisial seperti pleura, karena memberikan resolusi tinggi dengan penetrasi terbatas.
- Frekuensi rendah (2–5 MHz) pada transduser convex atau phased array digunakan untuk menilai struktur dalam seperti efusi pleura besar atau konsolidasi lobus basal.

b. Hambatan Akustik

Permukaan paru memiliki kontras impedansi akustik tinggi karena transisi dari jaringan lunak ke udara → hampir seluruh gelombang dipantulkan → menghasilkan artefak reverberasi seperti *A-line*.

c. Artefak dan Tanda Dinamis

- *A-lines* : artefak reverberasi horizontal yang menandakan paru aerasi normal.
- *B-lines* : artefak vertikal yang menunjukkan cairan interstisial (edema paru, fibrosis).
- *Lung sliding*: gerakan pleura viseral terhadap pleura parietal saat bernapas, mengindikasikan tidak adanya pneumotoraks.

- Konsolidasi: muncul sebagai area hiperekoik heterogen menyerupai jaringan hati (*hepatization*).
- Efusi pleura: muncul sebagai ruang anekoik atau hipoekoik antara pleura viseral dan parietal.

Kesimpulan Klinis

Pemeriksaan USG paru mengandalkan pemahaman prinsip fisika gelombang suara dan artefak diagnostik sebagai refleksi dari keadaan fungsional paru. Dengan mengenali karakteristik gelombang ultrasonik dan interpretasi artefak, klinisi dapat secara cepat dan akurat mengevaluasi kondisi seperti gagal napas akut, efusi pleura, pneumotoraks, dan pneumonia secara *bedside*, terutama di ruang gawat darurat atau ICU. Selain itu, USG paru juga memiliki aplikasi klinis pada kegawatan respirasi lain, termasuk:(5)

- Deteksi edema paru akut (*acute pulmonary edema*) melalui identifikasi artefak *B-lines* multipel difus sebagai indikator peningkatan cairan interstisial.
- Evaluasi sindrom gangguan napas akut (ARDS) untuk mengidentifikasi pola konsolidasi paru dan *spared areas* yang khas, serta memantau respons terapi.
- Penilaian obstruksi jalan napas besar melalui visualisasi pergerakan diafragma dan *lung sliding* sebagai indikator ventilasi.
- Monitoring pasca intervensi seperti setelah pemasangan *water-sealed drainage* atau tindakan dekompresi pneumotoraks, untuk memastikan re-ekspansi paru.

- Panduan tindakan invasif seperti torakosentesis atau pemasangan kateter pleura, sehingga meminimalkan risiko komplikasi.
- Identifikasi atelektasis pada pasien intubasi atau pascaoperasi, membantu pengambilan keputusan terkait strategi ventilasi.
- Deteksi cepat emboli paru masif secara tidak langsung melalui penilaian tanda disfungsi ventrikel kanan pada protokol USG multiorgan.

MESIN USG, JENIS PROBE DAN PENGATURANNYA

USG adalah metode pencitraan medis yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi (ultrasound) untuk menghasilkan gambar struktur di dalam tubuh. Pemeriksaan ini tidak menggunakan radiasi seperti sinar-X, sehingga aman untuk ibu hamil dan anak-anak.(6)

Fungsi USG digunakan untuk :

- a. Menilai organ dalam seperti hati, ginjal, kandung empedu, jantung, paru, dan limpa
- b. Memantau kehamilan dan perkembangan janin
- c. Mendeteksi kelainan seperti kista, tumor, atau cairan
- d. Memandu tindakan medis, seperti biopsi atau pemasangan jarum (USG-guided)

Jenis - Jenis USG :

- a. USG abdomen : melihat organ dalam perut
- b. USG transvaginal/transrektal : melihat organ reproduksi
- c. USG doppler : memantau aliran darah
- d. USG Toraks : menilai paru dan pleura (misal: efusi pleura, pneumotoraks)

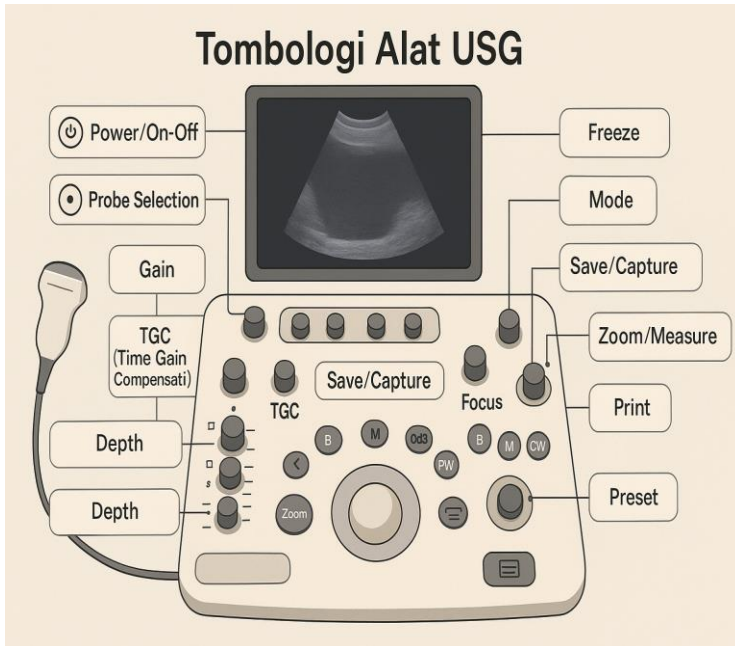
Pengenalan Umum Alat USG

- a. Unit Utama: Komputer dengan layar monitor, *keyboard*, *trackball*, dan panel kontrol tombol.
- b. Probes/Transducers: Alat yang digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang ultrasonik (misalnya: *convex*, *linear*, *endocavity*).
- c. Monitor: Menampilkan hasil pencitraan *real-time*.
- d. Footswitch (opsional): Untuk menyimpan gambar atau mengaktifkan fungsi tertentu tanpa tangan.

Tabel 1. 1 Tombologi USG dan Fungsinya

Tombol/Kontrol	Fungsi
<i>Power/On-Off</i>	Menyalakan dan mematikan sistem USG.
<i>Probe Selection</i>	Memilih jenis probe yang akan digunakan.
<i>Gain</i>	Mengatur kecerahan keseluruhan gambar (amplifikasi sinyal).
<i>TGC (Time Gain Compensation)</i>	Mengatur gain berdasarkan kedalaman — menyesuaikan kecerahan pada bagian atas, tengah, dan bawah gambar.
<i>Depth</i>	Mengatur kedalaman pencitraan (semakin dalam, area yang terlihat makin luas tapi resolusi makin rendah).
<i>Freeze</i>	Menghentikan gambar sementara (membekukan) untuk memungkinkan analisis dan pengukuran.
<i>Cine Loop</i>	Memutar kembali beberapa detik terakhir dari pencitraan sebelum di- <i>freeze</i> .

Tombol/Kontrol	Fungsi
<i>Save/Capture</i>	Menyimpan gambar atau klip video yang telah di- <i>freeze</i> .
<i>Caliper/Measure</i>	Mengukur jarak, panjang, atau diameter struktur.
<i>Zoom</i>	Memperbesar area tertentu pada gambar.
<i>Focus</i>	Mengatur titik fokus ultrasonik untuk mendapatkan resolusi optimal di area yang diinginkan.
<i>Mode (B, M, Color, PW, CW)</i>	Mengubah mode pencitraan: <i>B-mode</i> (Brightness): mode dasar 2D <i>M-mode</i> (Motion): gerakan (misal: katup jantung) <i>Color Doppler</i> : aliran darah berwarna PW (Pulsed Wave) Doppler: kecepatan aliran darah pada titik tertentu CW (Continuous Wave) Doppler: untuk aliran dengan kecepatan tinggi
<i>Trackball</i>	Menggerakkan kursor di layar dan mengatur posisi caliper atau ROI (Region of Interest).
<i>Print</i>	Mencetak hasil pencitraan yang disimpan (jika terhubung ke printer).
<i>Preset</i>	Memuat pengaturan default untuk organ atau jenis pemeriksaan tertentu (misalnya: abdomen, ginekologi, vaskular).



Gambar 1. 1 Tombologi alat USG

Tahap -tahap Penggunaan USG

- a. Kenali jenis probe dan kapan digunakan (misalnya: convex untuk abdomen, linear untuk vaskular).
- b. Mulailah dengan preset sesuai pemeriksaan agar pengaturan awal lebih optimal.
- c. Selalu atur depth dan gain untuk mendapatkan pencitraan terbaik tergantung anatomi target.
- d. Gunakan freeze dan save sebelum mengukur atau dokumentasi.
- e. Pelajari ikon-ikon pada layar monitor, biasanya menunjukkan frekuensi, kedalaman, posisi fokus, dll.

Keterangan tombol

A. B-mode (Brightness Mode) adalah mode pencitraan dua dimensi (2D) yang paling sering digunakan pada USG.

1) Fungsi dan Kegunaan :

- Menampilkan struktur anatomi secara real-time dalam bentuk potongan melintang.
- Setiap titik pada gambar mewakili intensitas pantulan gelombang ultrasonik (semakin terang, pantulannya semakin kuat).

2) Digunakan untuk :

- Pemeriksaan abdomen
- Organ superficial seperti tiroid, payudara, testis
- Kandung kemih, uterus, ovarium
- Visualisasi morfologi janin pada obstetri
- Deteksi massa, kista, batu, cairan bebas, dll.

3) Kelebihan :

- Memberikan gambaran bentuk dan batas anatomi.
- Dapat di-freeze, diukur (jarak, luas, volume), dan disimpan.

B. M-mode (Motion Mode) adalah mode yang merekam pergerakan struktur sepanjang waktu di satu garis arah USG.

1) Fungsi dan Kegunaan :

- Cocok untuk struktur yang bergerak cepat atau periodik, terutama jantung.
- Menyajikan data sebagai grafik:
 - a. Sumbu horizontal = waktu
 - b. Sumbu vertikal = kedalaman struktur

2) Digunakan untuk :

- Ekokardiografi → mengukur ketebalan dinding ventrikel, gerakan katup, fraksi ejeksi
 - Pergerakan diafragma
 - Kadang pada penilaian paru neonatus (lung sliding)
- 3) Kelebihan :
- Resolusi temporal sangat tinggi → mendeteksi gerakan dengan presisi milidetik.
 - Memungkinkan pengukuran dinamis (misalnya diameter LV di sistol dan diastol).

C. Color Doppler (Tombol: "Color")

1) Fungsi :

Menampilkan aliran darah dalam warna merah dan biru sesuai arah aliran terhadap transduser.

2) Digunakan untuk :

- Menilai ada tidaknya aliran darah pada struktur vaskular
- Mendeteksi stenosis, trombosis, perfusion organ, aliran umbilikus pada janin

3) Warna :

- Merah → aliran mendekati probe
- Biru → aliran menjauhi probe

4) Kelebihan :

Memberikan peta visual aliran darah secara real-time.

D. PW Doppler (Pulsed Wave Doppler)

1) Fungsi :

Mengukur kecepatan aliran darah di satu titik spesifik (gate) yang dapat dipilih di layar.

2) Digunakan untuk :

- Evaluasi kecepatan darah pada arteri/vena tertentu
- Pemeriksaan jantung janin, arteri karotis, renal artery, dll.

3) Keterbatasan :

Tidak dapat mendeteksi aliran dengan kecepatan terlalu tinggi (aliasing).

E. CW Doppler (Continuous Wave Doppler)

1) Fungsi :

Mengukur aliran darah secara kontinu sepanjang satu garis, tanpa batas kecepatan.

2) Digunakan untuk :

- Deteksi aliran darah kecepatan tinggi seperti pada stenosis berat
- Pemeriksaan katup jantung (misalnya: stenosis aorta)

3) Keterbatasan :

Tidak dapat menentukan lokasi pasti aliran karena menangkap seluruh sepanjang jalur gelombang.

Pemilihan transduser(7)

a. Probe bertahap-array dan kurva linear

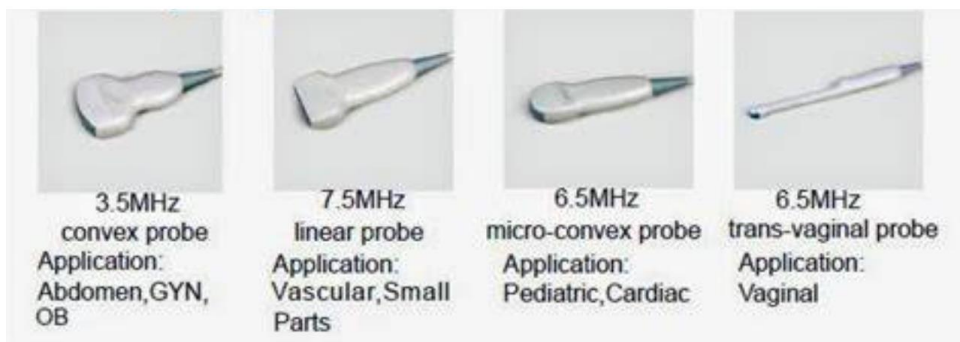
adalah pilihan yang lebih disukai untuk USG paru dan pleura karena mereka menawarkan penetrasi yang lebih baik. Probe bertahap array, dengan tapak yang lebih kecil, dapat dengan mudah masuk di antara tulang rusuk (dalam ruang interkostal) dan memberikan operator kenyamanan melanjutkan studi mereka dari transthoracic echocardiography ke pemeriksaan USG paru tanpa harus mengubah probe.

b. Probe mikrokonvex

Tapak yang lebih kecil dan bandwidth frekuensi yang lebih tinggi (3,5-7,0 MHz) daripada probe bertahap, sangat ideal untuk USG paru, ini tidak tersedia secara umum.

c. Probe linier

Digunakan tetapi penetrasi terbatas karena frekuensinya yang tinggi. Ini tidak cocok untuk studi ultrasonografi pleura



Gambar 1. 2 Jenis jenis Probe USG(6)

Tabel 1. 2 Frekuensi dan Fungsi Masing-Masing Probe USG

Jenis Probe	Rentang Frekuensi (MHz)	Fungsi Utama	Karakteristik
<i>Linear</i>	7,5 – 15 MHz	Pemeriksaan jaringan superficial seperti tiroid, otot, vaskular, payudara	Resolusi tinggi, Penetrasi dangkal
<i>Convex (Curvilinear)</i>	2 – 5 MHz	Pemeriksaan abdomen, obstetri, ginjal, hepatobilier	Penetrasi dalam Resolusi lebih rendah
<i>Phased Array</i>	1,5 – 5 MHz	Pemeriksaan jantung (echocardiography), sela sempit seperti interkostal	Bisa menjangkau dalam ruang sempit Gambar sempit

Jenis Probe	Rentang Frekuensi (MHz)	Fungsi Utama	Karakteristik
<i>Endocavitary</i>	5 – 9 MHz	Pemeriksaan transvaginal, transrektal (ginekologi, prostat, rektum)	Resolusi sedang-tinggi Visualisasi organ dalam panggul

Catatan Tambahan

- Frekuensi tinggi (≥ 7 MHz) → Resolusi lebih baik, tapi hanya menjangkau jaringan superficial.
- Frekuensi rendah (≤ 5 MHz) → Menjangkau jaringan lebih dalam, tapi dengan resolusi yang lebih rendah.
- Operator dapat menyesuaikan frekuensi di pengaturan USG (probe dengan rentang variabel).

TEKNIK PEMERIKSAAN USG TORAKS DAN STANDARISASI ZONA

Penilaian ultrasonografi terhadap jaringan paru yang patologi menurut pandangan tradisional ultrasonografi tidak dapat menembus jaringan udara. Ternyata gambaran artefak pada USG dinding dada membentuk pola tertentu di dinding dada dan jaringan paru. USG paru memberikan sensitivitas dan spesifisitas diagnostik yang cukup tinggi dalam mendeteksi berbagai patologi paru. Prosedur ini dapat dilakukan dengan cepat (biasanya dalam beberapa menit) dan aman, tidak seperti radiografi, USG paru dapat diulangi tanpa perlu ada pajanan dengan radiasi.

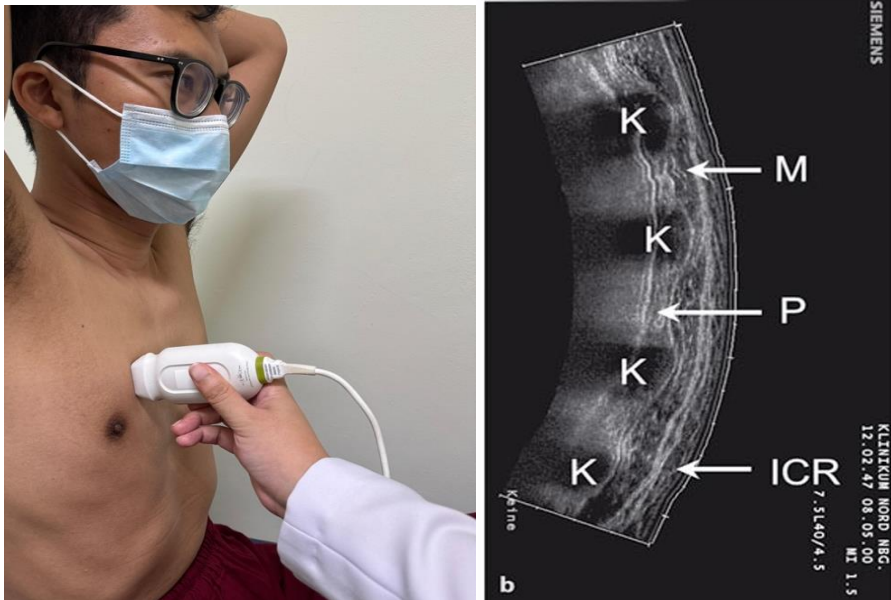
Pemeriksaan Ultrasonografi

Pemeriksaan USG Paru idealnya dilakukan saat pasien dalam posisi duduk bilamana pasien Compos mentis selama fase inspirasi dan ekspirasi, serta bila perlu dibantu dengan manuver pernapasan seperti batuk atau *sniffing*. Mengangkat kedua lengan dan menyilangkannya di belakang kepala membantu memperluas celah antar tulang iga sehingga mempermudah akses. Probe digerakkan secara longitudinal dari anterior ke posterior mengikuti garis-garis toraks, yaitu:

- garis parasternal,
- garis klavikula tengah dan lateral,
- garis aksila anterior, tengah, dan posterior,
- garis skapula medial dan lateral
- garis paravertebral.

Setiap temuan harus dikaitkan dengan lokasi anatomi yang spesifik dan disebutkan secara eksplisit. Pergerakan probe secara transversal sejajar dengan iga dalam ruang interkostal memberikan informasi tambahan untuk memperjelas lokasi temuan. Untuk memeriksa area di belakang skapula, lengan pasien diminta melakukan adduksi maksimal hingga menyentuh bahu kontralateral. Akses supraklavikula memungkinkan visualisasi apeks paru dan pleksus brakialis. Dari suprasternal, mediastinum anterior atas dapat terlihat. Akses subkostal dari abdomen melalui lintasan transhepatik (kanan) dan melalui limpa (kiri) memungkinkan visualisasi diafragma. Selain itu, bidang resonansi

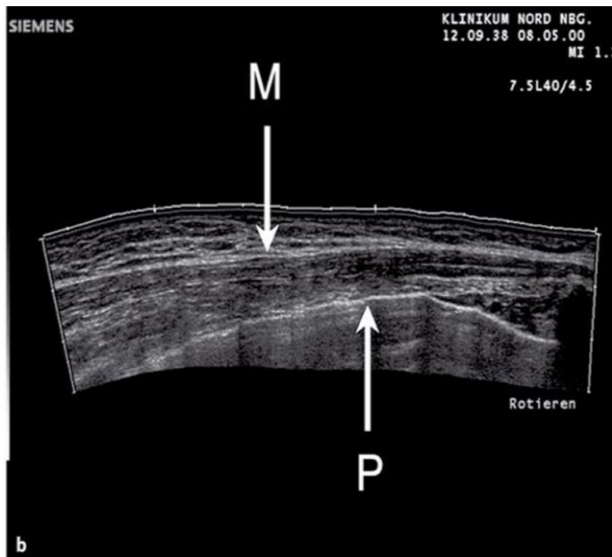
longitudinal dari flank memungkinkan pencitraan kedua resesus frenikokostal. Pemeriksaan pada pasien terlentang dilakukan dengan cara serupa. Dalam posisi ini, akses abdominal menjadi lebih optimal, namun pencitraan celah interkostal bisa lebih sulit karena keterbatasan mobilitas gelang bahu.(6)



Gambar 1. 3 Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk

Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk pada gambar 1.3:

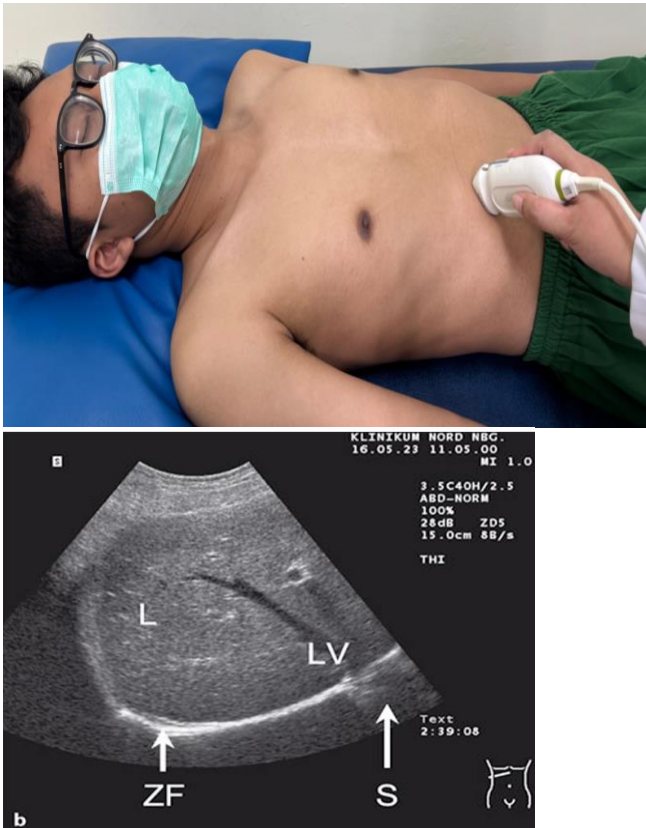
- a) Probe linear ditempatkan secara longitudinal pada garis parasternal kanan.
- b) Gambar sonografi longitudinal panoramik yang sesuai (mode SieScape) memperlihatkan struktur anatomi, termasuk K (kartilago pada titik perlekatan iga), ICR (ruang interkostal), M (otot), dan P (garis pleura).



Gambar 1. 4 Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk

Pemeriksaan pada pasien dalam posisi duduk pada gambar 1.4:(6)

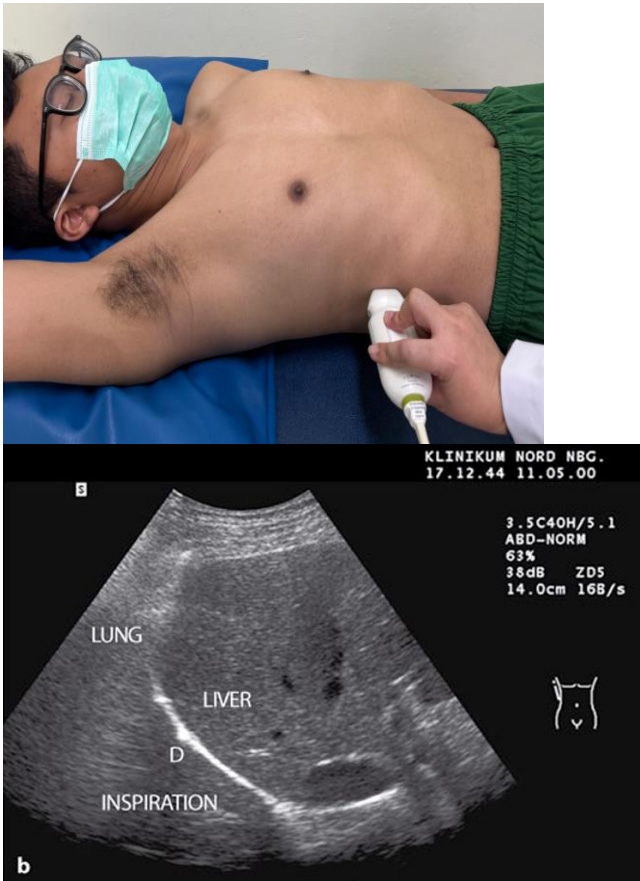
- a) Probe linear ditempatkan sejajar dengan iga pada ruang interkostal ketiga.
- b) Gambar sonografi transversal panoramik yang sesuai (mode SieScape) menunjukkan struktur M (otot) dan P (garis pleura).



Gambar 1.5 Pemeriksaan transhepatik

Pemeriksaan transhepatik pada gambar 1.5:

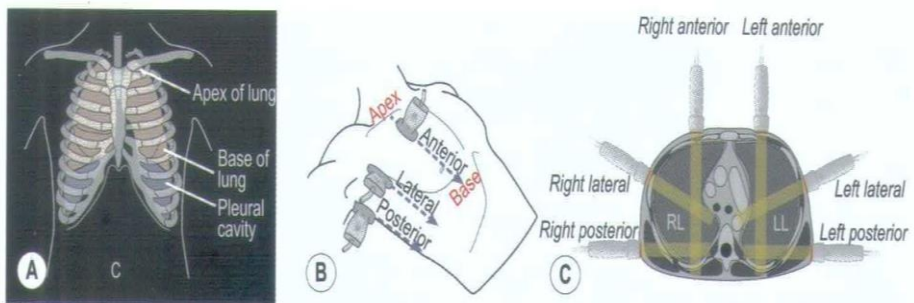
- a) Probe konveks ditempatkan secara subkostal dari sisi kanan, dengan sedikit kemiringan ke arah kranial.
- b) Gambar sonografi yang dihasilkan menunjukkan L (hepar), LV (vena hepatica), ZF (diafragma), dan S (refleksi hepar di atas diafragma).



Gambar 1. 6 Pemeriksaan dari aspek lateral

Pemeriksaan dari aspek lateral pada gambar 1.6:

- a) Probe konveks ditempatkan secara longitudinal di bagian tengah garis aksila kanan.
- b) Gambar sonografi yang dihasilkan menunjukkan D (diafragma). Pada kondisi normal, paru yang mobile akan terdorong masuk ke dalam phrenicocostal recess saat inspirasi dan menutupi batas atas hepar.



Gambar 1. 7 Diagram Skematik Menunjukkan Bidang Anatomi dan Ultrasonografi(8)

A, Posisi paru-paru di dada. B, Pemindaian dilakukan sepanjang garis anterior, lateral dan posterior dari apex ke base. C, bagian melintang menunjukkan bidang ultrasonografi dengan transduser di tiga posisi utama.

Prosedur Scan saat pasien sulit untuk duduk pada gambar 1.7 :

- a. Posisi pasien supine
- b. Tempatkan probe longitudinal antara 2 iga pada intercostalis dengan posisi pointer chepala
- c. Scan pasien intercostalis mulai dari apex sampai ke basal paru dimulai dibagian anterior, dilanjutkan linea aksilaris anterior kemudian linea aksilaris posterior secara bilateral.

Pemeriksaan ultrasonografi paru dapat digunakan untuk mendeteksi:(8)

- a. Patologi parenkim paru termasuk :
 - Sindrom interstitial
 - Konsolidasi alveolar
 - Tumor paru
 - Abses paru
- b. Kelainan pleura :
 - Efusi pleura.
 - Empiema
 - Pneumotoraks
 - Pleuritis
 - Schwarte
 - Mesotel

Keterbatasan USG Paru

- a. Tidak dapat menilai kelainan paru dengan aerasi yang normal distal dari permukaan pleura
- b. Tidak dapat membedakan cairan transudat dari eksudat.

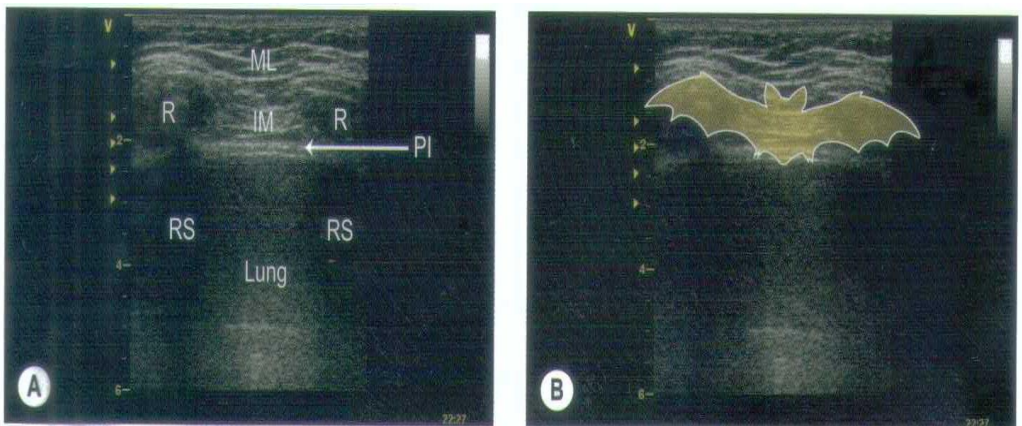
TAMPILAN NORMAL PARU DAN PLEURA DI USG

USG Paru Normal

Posisi probe longitudinal didaerah intercostal akan terlihat window ultrasonografi antara 5 – 8 cm dan didapatkan gambaran paru normal :(9)

- a. Gambaran bayangan artefak antra dua iga

- b. Gambaran garis hiperekoik horisontal antara batas bawah iga merupakan refleksi yang tinggi garis pleura antara iga dan ruang intrapleura
- c. Lung sliding adalah gerakan pleura visceral dengan pleura parietal saat gerakan ekspirasi dan inspirasi
- d. Gambaran paru dari pleura sampai kedistal dapat berubah saat gerakan paru
- e. Reverberasi artefak di namakan *A line* antara 2 bayangan iga



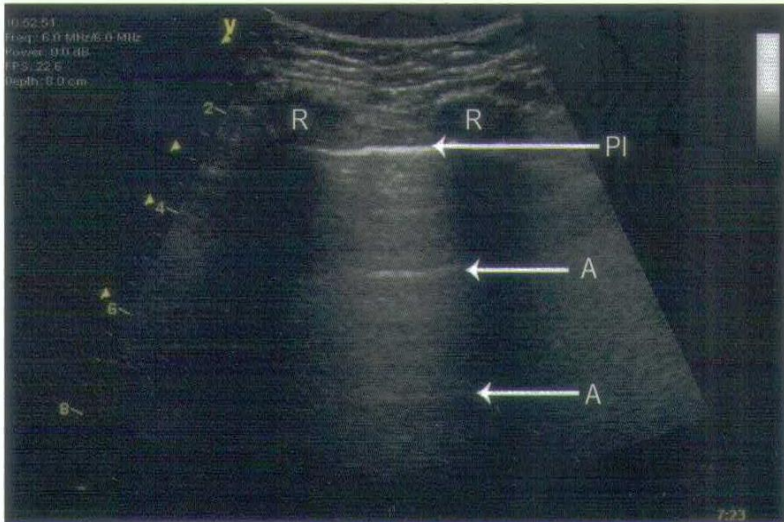
Gambar 1. 8 Ultrasonografi paru normal(9)

Gambar 1.8. Ultrasonografi paru normal : **A**, USG paru-paru khas diperoleh dengan menempatkan transduser secara longitudinal antara dua tulang rusuk di anterior. **B**. The Bat sign

IM, intercostal muscle; ML, muscle layer; PI, Pleural interface; R, ribs; RS, rib shadow.

Pada gambar 1.8 : *The 'bat sign'*

Ketika transduser ditempatkan di antara dua tulang rusuk. 'Tanda kelelawar' dibentuk dengan dua tulang rusuk yang digambarkan sebagai sayap dan daerah interface menyerupai tubuh kelelawar



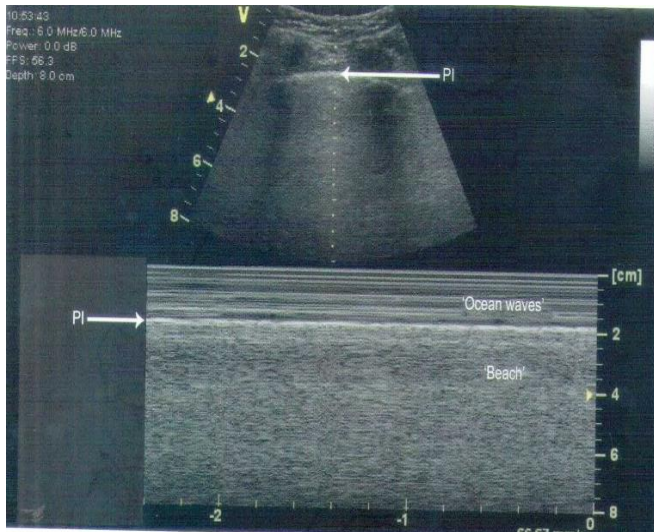
Gambar 1. 9 A-lines

Gambar 1.9. A line (A) dibentuk oleh beberapa pantulan/ multipel refleksi dari gelombang ultrasonik antara antarlapisan / *interface pleura* (PI) dan transduser (artefak reverberasi). Mereka dicirikan oleh garis horizontal hyperechoic yang sama (A).
R/ *rib* , tulang rusuk.

Pada gambar **1.9** : **A lines**

- a. Gambaran garis horisontal hiperechoic yang dibentuk secara paralel oleh refleksi multipel gelombang usg antara interface pleura dan transduser (reverberasi artefak).
 - b. Ditandai oleh garis-garis hyperechoic yang sama sejajar dengan *interface pleura*, membentuk jarak yang sama antara interface pleura dengan transduser (permukaan kulit)
- 1) Bilamana ditampilkan mode-M di tulang iga, didapatkan pola karakteristik pantai-laut yang khas (*sea-shore pattern*). Bagian relatif statis dinding tubuh dan lapisan otot muncul sebagai garis horizontal seperti gelombang laut (*ocean waves*), dan gerakan

artefak dari gerakan paru-paru menghasilkan pola berpasir (*sandy pattern*)



Gambar 1. 10 Mode-M di paru-paru normal: sea-shore sign(9)

Pada gambar 1.10. Garis-garis paralel horisontal di bagian atas mode-M mewakili gelombang laut, dan pantai dibentuk oleh variasi sifat hamburan jaringan paru-paru selama gerakan pernapasan. PI, interface pleural.

Catatan

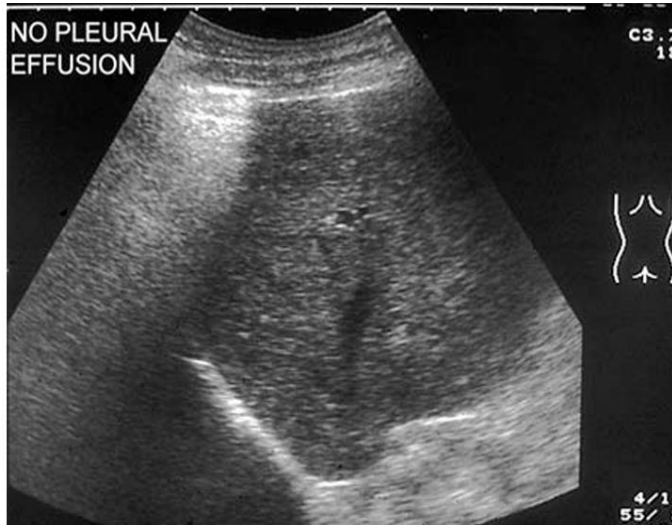
B-line di paru-paru normal

- B-line kadang-kadang ditemukan di paru-paru normal; Namun, jumlah per ruang interkostal jarang melebihi dua.
- kurang dari tiga *B-line* per ruang interkostal tidak memiliki nilai diagnostik

Hilangnya A-line pada edema paru

- A-line adalah hasil dari > 90% pantulan gelombang USG yang terjadi pada interface jaringan-udara di paru-paru. Multipel refleksi (reverberasi) antara permukaan transduser dan interface jaringan-udara menghasilkan karakteristik A-line di paru-paru normal dan pneumotoraks.
- Jaringan paru edema mengandung lebih banyak cairan dan lebih sedikit udara, sehingga mengurangi ketidaksesuaian impedansi, dan transmisi (reverberasi berkurang). Akibatnya, A-lines menghilang dan diganti oleh B-lines.

Pleura Normal



Gambar 1. 11 Pleura Normal(9)

Gambar 1.11 Tidak ditemukan cairan antara hepar dan paru, sehingga menyingkirkan kemungkinan adanya efusi pleura bebas. Namun, untuk menyingkirkan efusi pleura secara menyeluruh, seluruh permukaan pleura harus diperiksa secara sistematis.

BAB II

ARTEFAK DAN POLA USG PADA PARU DAN PLEURA

ARTEFAK PADA USG PARU DAN PLEURA

USG paru sangat bergantung pada artefak karena paru normal berisi udara dan tidak menghasilkan gambaran anatomi khas seperti organ solid. Artefak ini justru membantu membedakan kondisi normal dan patologis.(9)

1) A-line

- a. Deskripsi: Garis-garis horizontal berulang secara berkala di bawah garis pleura.
- b. Makna klinis: Menandakan paru normal yang berisi udara.
- c. Patologi terkait: Ditemukan pada kondisi normal, PPOK, dan pneumotoraks.(3)

2) B-line

- a. Deskripsi: Garis vertikal yang berasal dari pleura, bergerak dengan pernapasan, hingga dasar layar tanpa meredup, dan menghapus A-line.
- b. Makna klinis: Menunjukkan peningkatan cairan interstitial atau alveolar.
- c. Patologi terkait: Edema paru, pneumonia, fibrosis paru.
- d. Catatan: ≥ 3 B-line per ruang interkostal disebut *Comet tail /lung rockets*(10)

3) *Lung sliding*

- a. Deskripsi: Gerakan pleura viseral terhadap pleura parietal saat bernapas, tampak seperti “kilau” horizontal.
- b. Makna klinis: Menandakan tidak adanya pneumotoraks di area yang diperiksa.
- c. Absennya lung sliding → curiga pneumotoraks.(8)

4) *Lung point*

- a. Deskripsi: Titik transisi antara area dengan dan tanpa lung sliding.
- b. Makna klinis: Patognomonik untuk pneumotoraks.(9)

5) *Curtain sign*

- a. Deskripsi: Pergerakan paru yang menutupi diafragma dan organ abdomen saat inspirasi.
- b. Makna klinis: Paru normal yang mengembang; hilang bila ada efusi pleura atau konsolidasi basal.(11)

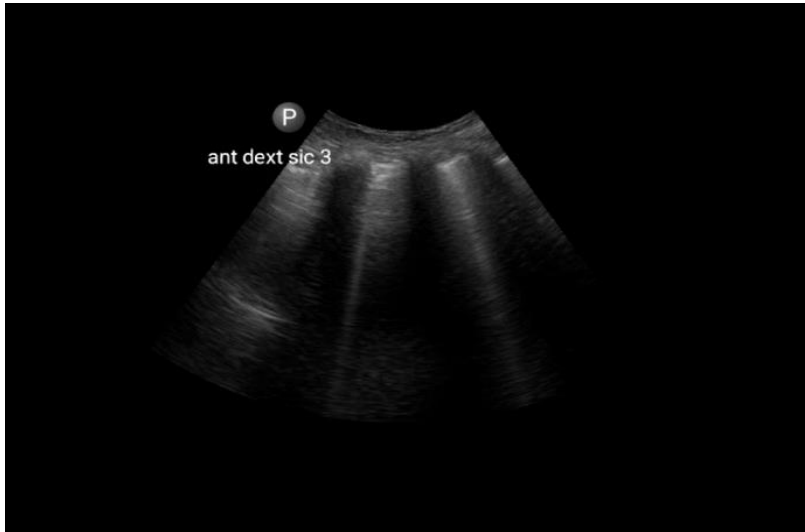
POLA USG PATOLOGIS PARU DAN PLEURA

POLA INTERSTISIAL

- a. Gambaran: *Multiple B-lines*, bisa difus atau fokal.
- b. Diagnosis: Edema paru kardiogenik, ARDS, fibrosis paru.
- c. Distribusi *B-lines*:
 - Simetris difus → edema paru.
 - Asimetris/fokal → pneumonia, kontusio paru
- d. Sindrom interstitial mewakili berbagai variasi klinis, termasuk *pulmonary oedema*, *respiratory distress syndrome*, pneumonia dan penyakit interstitial lainnya dengan proses inflamasi yang sedang

berlangsung. Manifestasi klinis yang umum adalah peningkatan jumlah cairan dalam paru-paru interstitium dan parenkim.

- e. Karakteristik USG dari sindrom interstitial adalah *multipel B line*, juga dikenal sebagai *lung rockets*. Asal yang tepat dari B-lines tidak diketahui. Saat ini diperkirakan sebagai artefak yang berasal dari reverberasi ultrasound dalam jaringan edema antara alveoli.
- f. Jumlah B line per ruang interkostal sebanding dengan jumlah cairan di paru-paru dan menunjukkan luasnya edema paru. Dalam bentuk yang berat, B line berdekatan dengan jarak $\leq 3\text{mm}$. Gambaran ini sesuai dengan area *ground glass appearance* pada CT scan. Dalam bentuk yang paling berat, B-line dapat 'menyatu' bersama-sama dan menimbulkan gambaran *white lung* pada ultrasound (B line -diffuse)
- g. B line sangat sensitif, tetapi tidak spesifik, dalam memprediksi edema paru. interstitial pulmonary fibrosis dan pneumonia interstitial (khususnya pneumonia *Pneumocystis jiroveci*) dengan peradangan interstitial juga dapat menimbulkan B-line.(12)
- h. Bersama dengan RACE protokol, USG paru dapat mengidentifikasi pasien dengan edema paru dan membedakan penyebab kardiogenik dari penyebab non-kardiogenik.



Gambar 2. 1 B-lines atau lung rockets(11)

USG Paru menunjukkan *B-line* atau roket paru-paru yang diperoleh dari pasien dengan edema paru.

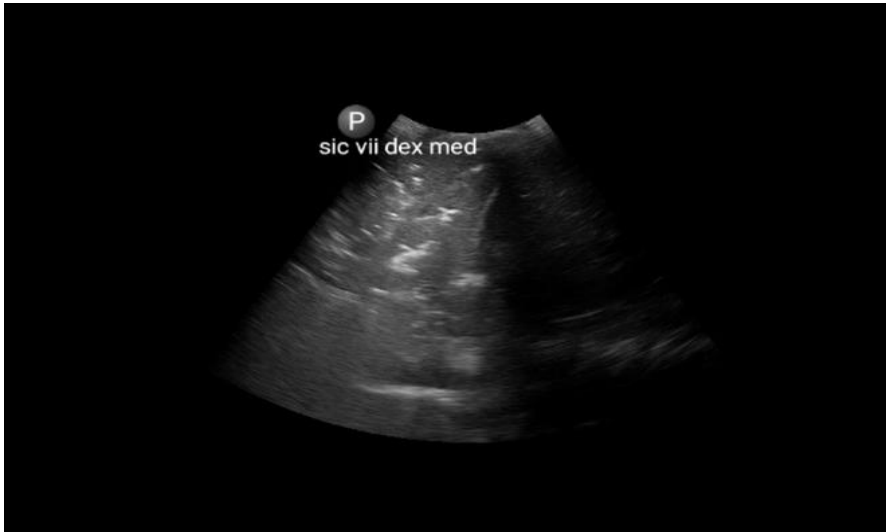


Gambar 2. 2 White lung(11)

“White lung “terbentuk ketika jumlah B-line sangat banyak, seperti dalam kasus edema paru yang parah. Perhatikan kurangnya A line pada gambar.

POLA KONSOLIDASI ALVEOLAR

- a. Gambaran: Area hiperekoik seperti “*hepatization*” (mirip jaringan hati), dengan bronkogram udara (garis hiperekoik bercabang).
- b. Diagnosis: Pneumonia, atelektasis.
- c. Konsolidasi alveolar mengacu pada banjir alveolar oleh eksudat, transudat, darah, fibrin atau cairan atau zat lain.
- d. Area paru yang terkonsolidasi memperlihatkan gambaran USG yang mirip dengan hati atau limpa.
- e. Kebanyakan konsolidasi alveolar terjadi dekat dengan pleura. Karena kandungan cairan yang tinggi, reverberasi jaringan-udara pada interface pleura kurang menonjol dan menyebabkan hilangnya *A- line*.
- f. Bronkogram sering dapat divisualisasikan dalam area yang konsolidasi, dan dapat berupa punctiform atau gambaran linier. Bronkogram dapat berisi udara atau cairan. Bronkogram berisi udara muncul sebagai poin atau cabang yang sangat echogenik di parenkim paru karena refleksi interface jaringan -udara yang sangat tinggi.(13)



Gambar 2. 3 Konsolidasi alveolar

konsolidasi paru-paru (alveolar) Perhatikan bahwa tekstur paru yang konsolidasi mirip dengan hepar/ spleen

POLA EFUSI PLEURA

- a. Gambaran: Area anekoik atau hipoekoik di atas diafragma.
- b. Karakter tambahan:
 - 1) Cairan serosa → anekoik homogen.
 - 2) Empiema → septasi internal, ekogenik.
 - 3) Hemotoraks → ekogenik kasar.

Efusi pleura telah lama dapat dikenali melalui USG mode-B, radiografi toraks masih menjadi metode utama untuk mendeteksi dan memantau efusi pleura (Joyner et al. 1967). Namun, dalam praktik saat ini, ultrasonografi seharusnya menjadi metode pilihan, terutama dalam evaluasi dan pemantauan efusi pleura. Bahkan, USG telah menjadi bagian dari pedoman diagnosis yang direkomendasikan oleh berbagai perhimpunan pulmonologi (Maskell dan Butland 2003). Secara sonografis, efusi pleura

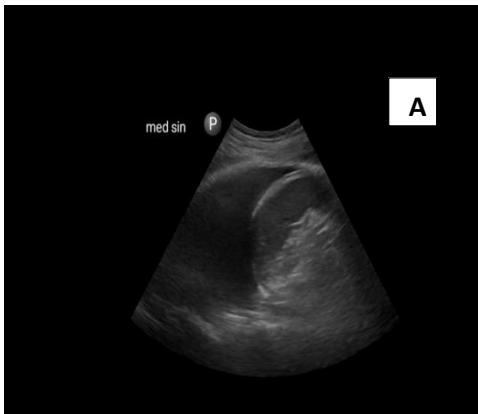
tampak sebagai area bebas gema karena bersifat cair dan dibatasi jelas oleh pleura. Efusi besar dapat dengan mudah diidentifikasi, sedangkan efusi kecil, terutama yang terletak di antara dinding dada dan diafragma atau sejajar pleura, lebih sulit dibedakan dari penebalan pleura yang hipoekoik.

Karakteristik efusi mencakup bentuk yang berubah dengan pernapasan serta kemungkinan adanya sekat atau gema terapung di dalam cairan. Penggunaan Doppler warna dapat mendeteksi pergerakan cairan sesuai dengan irama napas, yang membantu meningkatkan akurasi diagnosis. Studi oleh Wu et al. (1994) menunjukkan bahwa penambahan sinyal Doppler warna meningkatkan spesifisitas deteksi efusi kecil dari 68% menjadi 100%, serta mengurangi hasil positif palsu. Untuk efusi berukuran sedang hingga besar, tidak ditemukan hasil positif palsu karena atelectasis, elevasi diafragma, tumor, dan fibrosis pleura dapat dibedakan secara jelas melalui USG, meskipun tidak tampak tegas pada radiografi. Pengecualian hanya terjadi pada efusi yang terperangkap di ruang interlobar.(14)

Teknik Pemeriksaan

- **Posisi pasien:** idealnya duduk dengan tubuh condong ke depan. Pada pasien kritis, pemeriksaan dapat dilakukan dalam posisi supinasi atau semi-fowler.
- **Transduser:** transduser convex (2–5 MHz) untuk penetrasi dalam, atau linear (7–12 MHz) untuk resolusi superfisial

- Efusi pleura biasanya terlihat di jendela basal lateral dan posterior sebagai ruang hypoechoic atau anechoic dengan bagian basal paru terkompresi mengambang di dalamnya.
- Meskipun sifat efusi tidak dapat dipastikan dari ultrasound, echogenisitas efusi dapat memberikan beberapa petunjuk:
 - 1) Transudat selalu bersifat anechoic
 - 2) Septasi dalam efusi, penampilan benang yang berputar-putar, efek bilayer atau peningkatan echogenisitas sangat menunjukkan eksudat, empiema atau haemothorax.



Gambar 2. 4 Efusi pleura simpleks dan kompleks.

A.Pasien dengan efusi pleura simpleks

B.Pasien dengan efusi pleura kompleks



- c. Temuan Sonografis : Cairan pleura terlihat sebagai area **anechoic** (hitam) di antara pleura viseralis dan parietalis. Namun, karakteristik cairan dapat bervariasi:(14)
- 1) **Anechoic murni**: kemungkinan efusi transudatif.
 - 2) **Echogenic/membranous strands**: kemungkinan eksudat (infeksi,empyema, hemotoraks).
 - 3) **Septasi internal (fibrin strands atau loculation)**: sering ditemukan pada empyema atau tuberkulosis pleura.
 - 4) **Floating debris atau kompleksitas**: menandakan proses inflamasi atau hemoragik.
- d. Kuantifikasi Efusi Pleura dapat diperkirakan secara semi-kuantitatif. Jarak interpleural, didefinisikan sebagai jarak antara paru-paru dan dinding dada posterior ketika pasien dalam posisi terlentang, sangat menentukan prediksi ukuran efusi. Jarak ≥ 50 mm memprediksi efusi ≥ 800 mL. Atau, ukuran efusi dapat diprediksi dengan mengalikan jarak terbesar antara pleura parietal dan visceral yang diukur dari pangkal paru-paru dengan 20. Yang memberikan volume efusi dalam mL.

Beberapa rumus digunakan untuk memperkirakan volume efusi berdasarkan pengukuran jarak maksimal antara pleura viseralis dan parietalis:(15)

- **Balikci et al.**: Volume (mL) $\approx 16 \times$ Jarak (mm)
- **Eibenberger et al.**: Volume (mL) $\approx 20 \times$ Jarak (mm)

Namun, estimasi volume harus dikorelasikan dengan kondisi klinis dan posisi pasien.

POLA PNEUMOTORAKS

Tanda khas:

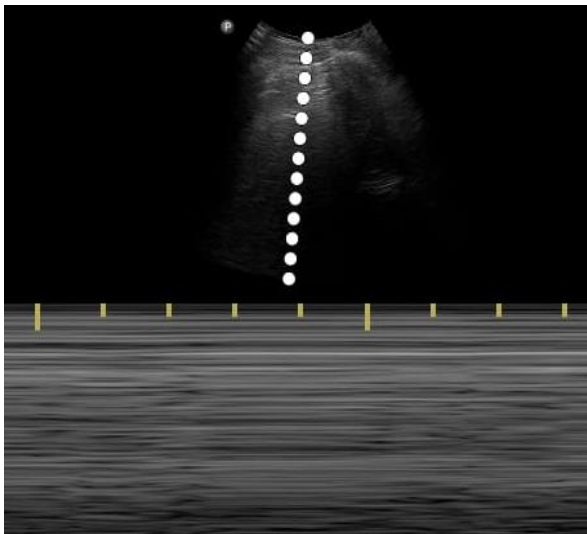
- a. Absen *lung sliding*.
- b. Absen *B-lines*.
- c. Terdapat *A-lines*.
- d. *Lung point* positif (spesifik).

Pneumotoraks pada awalnya dapat diidentifikasi dengan:

- a. Tidak adanya *lung sliding* karena retraksi paru dari dinding dada
- b. Terdapat *A line* (reverberasi artefak) karena reverberasi interface jaringan-udara yang sangat reflektif
- c. Terdapat gambaran *Stratosfer* dalam mode-M
- d. Terdapat “*lung point*”.

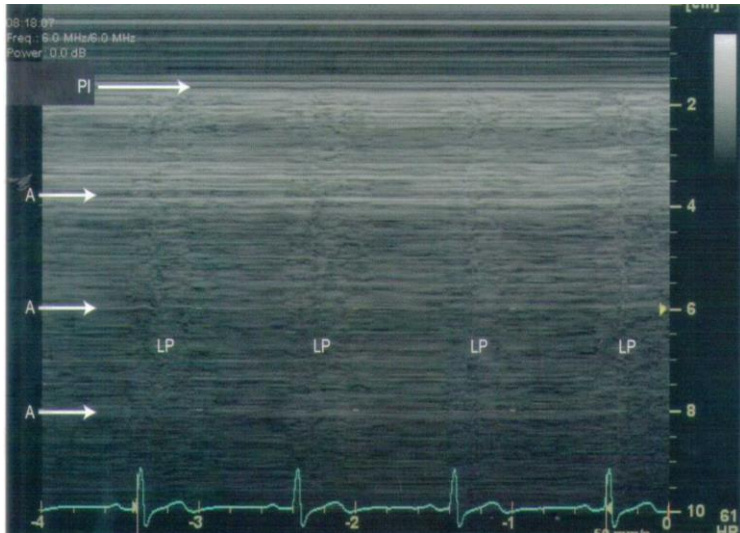
Perhatian: lung sliding dan pneumotoraks

Tidak adanya sliding paru adalah umum pada orang yang sakit kritis dan berhubungan dengan tingginya ventilasi frekuensi, atelektasis masif, fibrosis berat, *prolong apnea* atau *transient* , kelumpuhan saraf pleura akut dan hiperinflasi.



Gambar 2. 5 Pneumothorax dan ‘stratosphere signs’
A, Gambar ultrasonografi 2D pneumotoraks tampak sama dengan paru-paru normal. Perhatikan keberadaan A-lines. B, mode-M melalui pneumotoraks menunjukkan beberapa garis horizontal dan tanda stratosfer, mewakili bidang paru yang tidak bergerak.

- 1) Bahwa tidak adanya sliding paru kurang spesifik untuk mengidentifikasi pneumotoraks, keberadaan sliding paru menyingkirkan pneumotoraks dengan spesifisitas 100%.
- 2) *Sea-shore sign*-mode M paru normal diganti oleh *stratosphere sign* - garis paralel pada layar karena kurangnya gerakan paru-paru.
- 3) *Lung point* mengacu pada fenomena di mana batas bagian paru yang tidak kolaps bergerak ke dalam rongga udara-mengisi rongga dada menggantikan tanda-tanda pneumotoraks. Keberadaan *Lung point* bersama dengan kurangnya *sliding paru* adalah 100% spesifik untuk mengidentifikasi pneumotoraks.
- 4) Pemeriksaan USG harus dimulai dari bagian dada yang tidak tergantung tempat terdapatnya udara pleura. Identifikasi sliding paru adalah langkah pertama dengan menggunakan pengaturan transducer frekuensi tinggi untuk mengurangi lapang area dalam sangat terbukti membantu.



Gambar 2. 6 Lung Pulse

Lung Pulse diamati dalam mode-M pada pasien yang menahan napas setelah inspirasi penuh. *Lung Pulse* (LP) diidentifikasi sebagai pita vertikal dalam mode-M. Perhatikan *Lung Pulse* terjadi secara bertahap dengan setiap denyut jantung (kompleks QRS).

A, A-lines; PI, pleural interface.

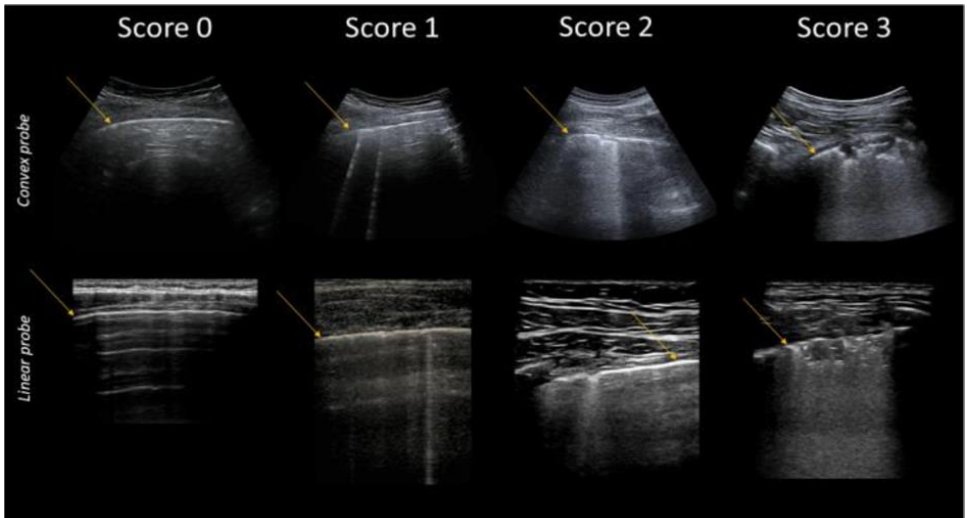
SKORING USG PARU

- a. Skor USG Paru dikembangkan sebagai alat kuantitatif untuk menilai derajat keterlibatan paru berdasarkan temuan sonografi. Skor ini mencerminkan spektrum perubahan patologis mulai dari paru normal hingga fase lanjut berupa *white lung* dan konsolidasi subpleura luas yang menunjukkan deplesi udara. Dengan demikian, pengetahuan mengenai sistem penilaian ini menjadi krusial dalam proses trias klinis, stratifikasi risiko, evaluasi terapi, serta prediksi luaran klinis pasien.
- b. Lebih lanjut, penerapan Skor USG Paru secara sistematis memungkinkan tenaga medis untuk mengidentifikasi pasien dengan risiko tinggi secara cepat, memandu keputusan klinis

berbasis bukti, serta meminimalkan ketergantungan pada pencitraan radiasi ionisasi seperti CT-scan, yang sering kali tidak tersedia dalam kondisi sumber daya terbatas.

Tabel 2. 1 Skor USG Paru

Skore	Deskripsi
0	Garis pleura tampak teratur. Artefak horizontal dan efek cermin terlihat. Menunjukkan paru yang normal.
1	Garis pleura menunjukkan sedikit perubahan dengan artefak vertikal terang yang muncul secara sporadis. Diduga terdapat saluran akustik kecil akibat penebalan interstisial fokal.
2	Garis pleura mengalami perubahan bermakna. Progresi perubahan pada geometri ruang udara perifer menyebabkan dominasi artefak vertikal. Dapat ditemukan konsolidasi subpleura kecil yang berhubungan dengan derekrutmen alveolar.
3	Garis pleura tampak tidak teratur dan berkesan berbatu (<i>cobbled</i>). Paru subpleura tampak lebih padat dan tidak teratur. Tampak area <i>white lung</i> dengan atau tanpa konsolidasi besar. Konsolidasi kecil maupun besar berada pada area subpleura yang mengalami deplesi udara secara minimal atau total.



Gambar 2. 7 Klasifikasi temuan patologis ultrasonografi paru(4)

BAB III

EVALUASI KLINIS SESAK NAPAS DAN NYERI DADA

EVALUASI KLINIS SESAK NAPAS

Algoritma ABCD (Airway, Breathing, Circulation, Dvt/Pe) Dan Peran Pocus

- a. Algoritma ABCD (Airway, Breathing, Circulation, DVT/PE) merupakan pendekatan sistematis yang digunakan dalam penilaian dan penatalaksanaan awal pasien gawat darurat. Dalam konteks ini, penggunaan *Point-of-Care Ultrasound* (POCUS) memberikan kontribusi signifikan dalam setiap tahap algoritma tersebut.
- b. Pada evaluasi Airway, POCUS dapat membantu mengidentifikasi struktur trakea dan mendeteksi aspirasi atau cedera jaringan lunak servikal.
- c. Dalam fase Breathing, POCUS paru sangat berguna untuk mendeteksi pneumotoraks melalui absennya *lung sliding* atau ditemukannya *lung point*, serta mengidentifikasi efusi pleura dan konsolidasi paru.
- d. Pada tahap Circulation, pemeriksaan USG jantung (*Focused Cardiac Ultrasound/FoCUS*) dan vena cava inferior memberikan informasi tentang fungsi pompa jantung, hipovolemia, atau tamponade jantung.
- e. Sedangkan untuk aspek DVT/PE, POCUS memungkinkan skrining cepat terhadap trombosis vena dalam ekstremitas bawah dan menilai tanda-tanda tidak langsung emboli paru, seperti disfungsi ventrikel kanan. Oleh karena itu, POCUS menjadi alat bantu diagnostik esensial yang mempercepat pengambilan keputusan

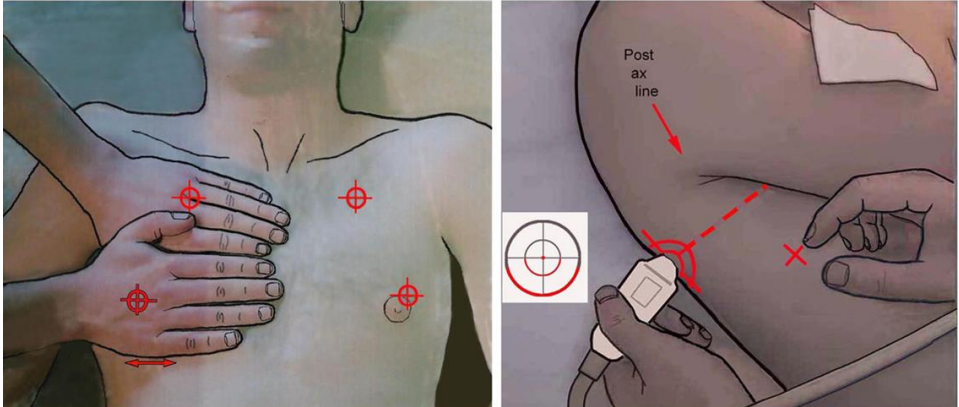
klinis dan meningkatkan ketepatan tatalaksana pada pasien akut sesuai dengan prinsip algoritma ABCD.(5)

Protokol BLUE, FALLS ,eFAST, dan RUSH: Aplikasi Pada Sesak Napas

a. Protokol BLUE

Lung ultrasound dengan protokol BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) adalah metode cepat dan akurat untuk mendiagnosis penyebab gagal napas akut di ruang gawat darurat atau ICU. Protokol BLUE sangat membantu membedakan berbagai penyebab sesak napas akut seperti edema paru, pneumonia, PPOK/Asma, emboli paru, dan pneumotoraks hanya dalam beberapa menit di samping tempat tidur pasien. Protokol BLUE pada USG Paru sangat efektif dan efisien untuk diagnosis cepat gagal napas akut, dengan akurasi tinggi untuk berbagai penyakit paru kritis. Protokol ini sangat direkomendasikan di IGD dan ICU sebagai alat diagnostik utama. Pada USG Paru sangat efektif dan efisien untuk diagnosis cepat gagal napas akut, dengan akurasi tinggi untuk berbagai penyakit paru kritis. Protokol ini sangat direkomendasikan di IGD dan ICU sebagai alat diagnostik utama.

1) Pemeriksaan Protokol BLUE :



Gambar 3. 1 Area Pemeriksaan dan Titik-Titik BLUE (BLUE-points)(2)

Dua tangan yang diletakkan seperti pada gambar (dengan ukuran disesuaikan dengan tangan pasien, tangan atas menyentuh klavikula dan ibu jari tidak termasuk) merepresentasikan lokasi paru, dan memungkinkan definisi tiga titik pemeriksaan yang terstandarisasi.

- a. **Titik BLUE atas (upper-BLUE-point)** terletak di tengah telapak tangan bagian atas.
- b. **Titik BLUE bawah (lower-BLUE-point)** terletak di tengah telapak tangan bagian bawah.
- c. **Titik PLAPS** (posterolateral alveolar and/or pleural syndrome) didefinisikan sebagai titik perpotongan antara:
 - garis horizontal pada level **lower-BLUE-point**
 - garis vertikal yang sejajar dengan **posterior axillary line**.

Penggunaan probe kecil, seperti probe mikro-konveks buatan Jepang (1992), memungkinkan penempatan lebih posterior dari garis ini pada pasien dalam posisi terlentang, sehingga meningkatkan sensitivitas deteksi terhadap sindrom alveolar atau *pleura posterior-lateral (PLAPS)*. Diafragma umumnya berada di batas bawah telapak tangan bagian bawah.

2) Prinsip dan Profil Protokol BLUE

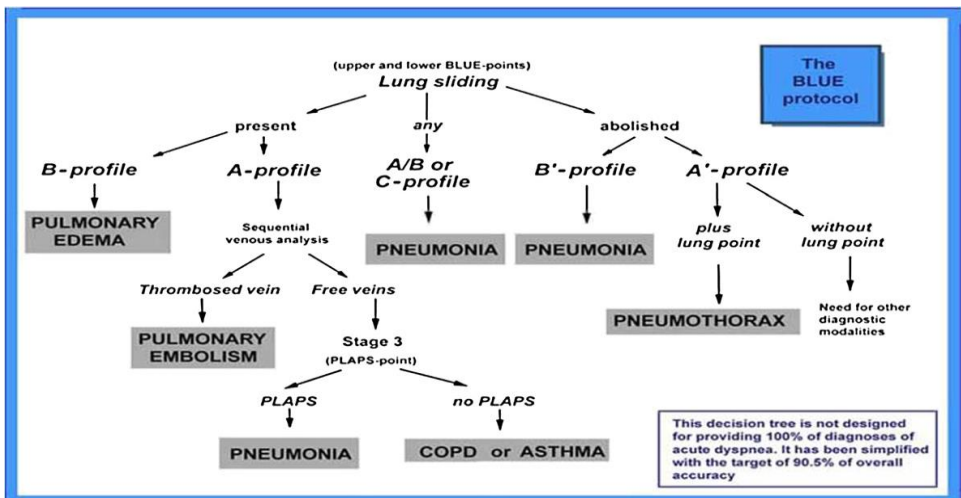
- a. Menggunakan analisis artefak USG Paru (*A-line*, *B-line/lung rockets*), *lung sliding*, konsolidasi, dan efusi pleura untuk membentuk profil khas tiap penyakit
- b. Terdapat beberapa profil utama:
 - A-profile: *A-line* dominan + *lung sliding* → COPD/asma
 - B-profile: *B-line* difus + *lung sliding* → edema paru
 - A/B-profile: *A-line* satu sisi, *B-line* sisi lain → pneumonia
 - C-profile: konsolidasi anterior → pneumonia
 - A-profile + DVT: *A-line* + DVT → emboli paru
 - A'-profile: *A-line* tanpa *lung sliding* + *lung point* → pneumotoraks

Tabel 3. 1 Akurasi Diagnostik Protokol BLUE(3)

Diagnosis	Sensitivitas (%)	Spesifisitas (%)
Edema paru	87–97	95–97
Pneumonia	85–94	71–94
COPD/Asthma	85–98	88–97
Emboli paru	46–81	96–100
Pneumotoraks	71–81	100

3) Kelebihan dan Keterbatasan Protokol BLUE

- Kelebihan: Cepat (<3 menit), bedside, tanpa radiasi, akurasi tinggi, dapat digunakan oleh dokter non-radiologi setelah pelatihan singkat.
- Keterbatasan: Tidak menilai fungsi diafragma, beberapa kondisi (misal asma/COPD) lebih bersifat diagnosis eksklusif.



Gambar 3. 2 Skema BLUE Protokol(5)

b. Protokol FALLS

Protocol FALLS (Fluid Administration Limited by Lung Sonography) adalah protokol USG Paru yang digunakan untuk membantu diagnosis dan penatalaksanaan syok sirkulasi akut, terutama di ruang gawat darurat dan ICU. Protokol ini memanfaatkan temuan USG Paru untuk membimbing pemberian cairan secara aman dan efisien pada pasien syok. Protocol FALLS

adalah alat penting dalam manajemen syok akut berbasisUSG Paru, membantu dokter menentukan kebutuhan cairan secara real-time dan mengurangi risiko komplikasi akibat overload cairan. Protokol ini sangat bermanfaat di ruang gawat darurat dan ICU.

1) Prinsip dan Mekanisme Protocol FALLS

- a. Protocol FALLS menggunakan tanda-tanda ultrasonografi paru seperti *A-lines* (menandakan paru normal atau kering) dan *B-lines/lung rockets* (menandakan edema paru/interstitial syndrome) untuk menilai status cairan paru .
- b. Protokol ini dilakukan secara berurutan: pertama menyingkirkan syok obstruktif (misal tamponade, emboli paru, pneumotoraks), lalu syok kardiogenik, dan terakhir syok hipovolemik. Jika semua penyebab tersebut disingkirkan dan pasien tetap syok, kemungkinan besar syok adalah distributif (seperti sepsis)
- c. Perubahan dari *A-lines* menjadi *B-lines* pada USG paru menandakan tekanan vena pulmonal meningkat (sekitar 18 mmHg), menjadi penanda langsung status volemia pasien.

2) Akurasi dan Aplikasi Klinis

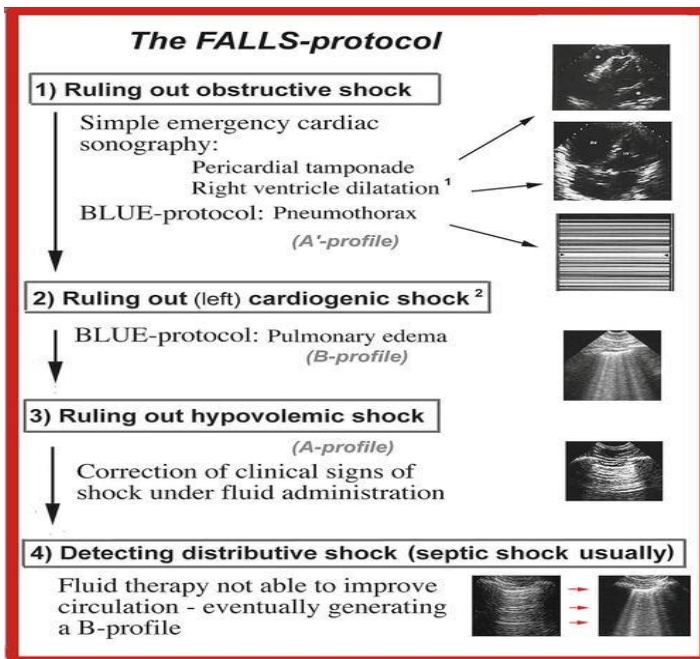
- a. Akurasi diagnostik tanda-tanda USG paru dalam protokol ini sangat tinggi, berkisar antara 90–100% untuk berbagai kondisi paru.
- b. Protocol FALLS dapat dilakukan dengan alat USG sederhana dan probe mikro-konveks, sehingga sangat praktis di berbagai setting klinis.

3) Kelebihan dan Keterbatasan

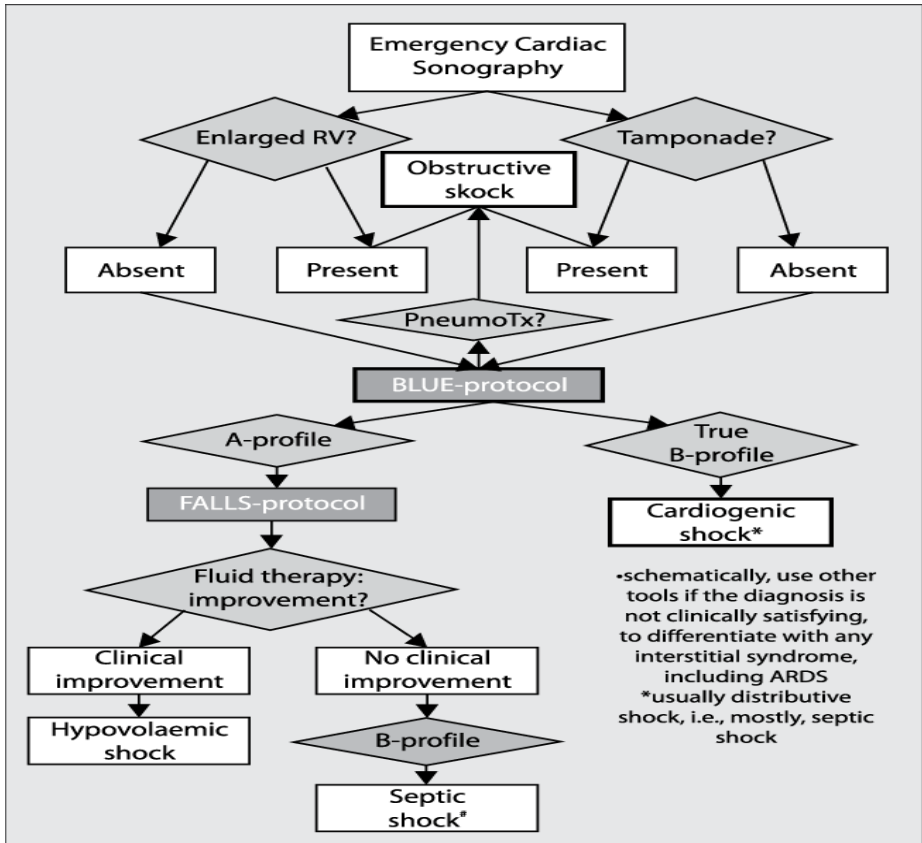
- Kelebihan: Protokol ini cepat, bedside, tanpa radiasi, dan dapat menurunkan risiko overload cairan pada pasien syok.
- Keterbatasan: Membutuhkan pelatihan interpretasi USG paru, dan tidak semua penyebab syok dapat didiagnosis hanya dengan USG paru.

Tabel 3. 2 Perbandingan dengan Protokol Lain(5)

Protokol	Tujuan Utama	Fokus Pemeriksaan USG Paru
<i>BLUE Protocol</i>	Diagnosis gagal napas akut	Profil penyakit paru akut
<i>FALLS Protocol</i>	Penatalaksanaan syok akut	Status cairan dan volemia paru



Gambar 3. 3 Skema PROTOKOL FALLS (5)



Gambar 3. 4 skema algoritma penatalaksanaan syok menggunakan USG jantung darurat(10)

Gambar 3.4 skema menunjukkan algoritma penatalaksanaan syok menggunakan USG jantung darurat (Emergency Cardiac Sonography) untuk membantu menentukan etiologi syok secara cepat dan sistematis, khususnya di instalasi gawat darurat atau ICU.

Skema diatas membantu membedakan cepat antara syok:

- Obstruktif
- Hipovolemik
- Kardiogenik

- Septik/distributive

Menggunakan pendekatan ultrasonografi sebagai alat bantu diagnosis *point-of-care*.

Berikut penjelasan singkat alurnya:

1) **Penilaian Awal:**

1. Dimulai dengan USG jantung untuk melihat dua hal utama:
2. Apakah RV (ventrikel kanan) membesar?
3. Apakah terdapat tamponade jantung?

2) **Jika Tamponade atau RV membesar → Syok Obstruktif**

- a. Jika tamponade positif → diagnosis syok obstruktif karena tamponade.
- b. Jika RV membesar → curiga emboli paru → syok obstruktif.
- c. Jika tidak ada → evaluasi pneumotoraks → masuk ke protokol BLUE (USG paru untuk mencari etiologi sesak nafas napas).

3) **Protokol BLUE:**

- a. *A-line* (paru tampak normal secara sonografi) → masuk ke FALLS-protocol (untuk syok non-kardiogenik).
 - 1) Jika respon terhadap cairan → syok hipovolemik.
 - 2) Jika tidak respon cairan dan berubah jadi *B-line* → syok septik (distributif).
- b. *True B-line* (temuan konsisten dengan edema paru) → syok kardiogenik.

4) **Catatan Penting:**

- a. Syok kardiogenik butuh konfirmasi lain karena *B-line* juga bisa muncul pada ARDS.
- b. Syok septik di sini termasuk dalam kategori syok distributif.

c. Protokol EFAST (Extended Focused Assessment With Sonography In Trauma)

eFAST merupakan pengembangan dari protokol FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma), yang bertujuan untuk melakukan evaluasi cepat dan noninvasif terhadap pasien trauma, khususnya pada trauma tumpul atau penetran, baik pada toraks maupun abdomen. Penambahan kata “*extended*” pada eFAST mencakup deteksi pneumotoraks dan hemotoraks, menjadikan eFAST alat diagnostik penting dalam identifikasi syok hemoragik dan syok obstruktif pada pasien gawat darurat.(16)

1) Tujuan Pemeriksaan

- a. Protokol eFAST bertujuan untuk mengidentifikasi secara cepat:
 - Efusi perikardial (hemoperikardium)
 - Hemoperitoneum
 - Hemotoraks
 - Pneumotoraks
 - Cairan bebas dalam rongga pleura dan rongga abdomen
- b. Indikasi
 - Trauma tumpul torakoabdominal (misalnya kecelakaan lalu lintas)
 - Trauma penetran
 - Trauma dengan tanda-tanda instabilitas hemodinamik
 - Evaluasi pasien dengan mekanisme trauma tinggi
 - Penilaian serial pada pasien trauma dalam pengawasan konservatif

2) Area Pemeriksaan dan Interpretasi

Pemeriksaan eFAST dilakukan pada enam area utama:

a. Subxiphoid View (Cardiac Window)

- Tujuan: Identifikasi efusi perikardium.
- Teknik: Probe diletakkan di bawah processus xiphoideus dengan orientasi ke arah jantung.
- Temuan patologis: Cairan anechoic di antara dinding jantung dan perikardium → curiga tamponade.

b. RUQ View (Right Upper Quadrant – Morrison's Pouch)

- Tujuan: Deteksi cairan bebas antara hati dan ginjal kanan.
- Temuan patologis: Anechoic stripe di antara hati dan ginjal → hemoperitoneum.

c. LUQ View (Left Upper Quadrant – Splenorenal Recess)

- Tujuan: Deteksi cairan bebas antara limpa dan ginjal kiri.
- Temuan patologis: Anechoic area di ruang tersebut → hemoperitoneum.

d. Suprapubic View (Pelvic View)

- Tujuan: Deteksi cairan bebas di kantong Douglas (pouch of Douglas) atau retovesikal.
- Teknik: Probe diletakkan transversal dan longitudinal pada suprapubik.
- Temuan patologis: Cairan anechoic di pelvis → hemoperitoneum.

e. Anterior Thoracic View – Pneumotoraks

- Tujuan: Deteksi pneumotoraks.

- Teknik: Probe linear di dinding toraks anterior di garis midklavikula pada sela iga kedua hingga keempat.
- Temuan normal: "*Lung sliding*" dan "*seashore sign*" pada M-mode.
- Temuan pneumotoraks: Absennya *lung sliding*, tampak "*barcode sign*" pada M-mode.

f. Lateral Thoracic View – Hemotoraks

- Tujuan: Deteksi cairan bebas di rongga pleura.
- Teknik: Probe convex di garis aksilaris posterior inferior.
- Temuan patologis: Cairan anechoic antara paru dan diafragma → hemotoraks.

3) Keunggulan eFAST

- a. Cepat dan bedside: Dapat dilakukan dalam waktu <5 menit.
- b. Tanpa radiasi, aman untuk serial monitoring.
- c. Sensitivitas dan spesifisitas tinggi terutama untuk efusi perikardial dan hemoperitoneum.
- d. Membantu keputusan klinis dini, terutama dalam menentukan kebutuhan laparotomi, torakostomi, atau perikardiosentesis.

4) Keterbatasan

- a. Operator-dependent: Ketergantungan terhadap keterampilan pemeriksa.
- b. Kurang sensitif untuk cedera organ solid tanpa cairan bebas.
- c. Evaluasi terbatas pada pasien obesitas atau subkutan emphysema.

d. Protokol RUSH

Protocol RUSH (Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension) adalah protokol ultrasonografi bedside yang digunakan untuk penilaian cepat pasien dengan syok atau hipotensi

di ruang gawat darurat dan ICU. Protokol ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab syok secara sistematis dan mempercepat penatalaksanaan yang tepat.(17)

1) Prinsip dan Komponen RUSH Protocol

- a. RUSH protocol menilai tiga komponen utama: "*the pump*" (jantung), "*the tank*" (volume cairan intravaskular), dan "*the pipes*" (pembuluh darah besar).
- b. Pemeriksaan meliputi fungsi jantung, ukuran dan respons vena cava inferior, cairan di rongga perut/pleura, serta kelainan pembuluh darah besar seperti aneurisma atau diseksi aorta

Tabel 3. 3 Komponen Pemeriksaan RUSH

Komponen	Tujuan Pemeriksaan	Temuan Penting
<i>Pump</i>	Fungsi jantung, efusi perikardium	Disfungsi ventrikel, tamponade
<i>Tank</i>	Status volume, cairan bebas	Hipovolemia, hemoperitoneum
<i>Pipes</i>	Aorta, vena cava, DVT	Aneurisma, diseksi, emboli

2) Akurasi dan Efektivitas

- a. RUSH protocol memiliki sensitivitas tinggi (87–93%) dan spesifisitas sangat tinggi (96–98%) dalam membedakan jenis syok (hipovolemik, kardiogenik, obstruktif, distributif)
- b. Waktu pemeriksaan sangat singkat, rata-rata 10–15 menit, sehingga sangat efisien untuk diagnosis dini .

- c. Kappa index (ukuran kesesuaian diagnosis) berkisar 0,71–0,86, menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat baik antara diagnosis RUSH dan diagnosis akhir klinis

3) Manfaat Klinis

- a. RUSH protocol membantu dokter mengidentifikasi penyebab syok secara cepat, sehingga intervensi dapat dilakukan lebih awal dan tepat sasaran .
- b. Protokol ini juga efektif untuk membedakan syok campuran dan memandu terapi cairan, vasopressor, atau tindakan bedah

4) Keterbatasan

- a. Akurasi lebih rendah pada syok distributif dibandingkan jenis syok lain.
- b. Membutuhkan pelatihan khusus dalam interpretasi ultrasonografi.

Tabel 3. 4 Protokol RUSH

	Step no. 1	Step no. 2	Step no. 3
Pump	Pericardial effusion: (a) Effusion present? (b) Signs of tamponade? Diastolic collapse of R Vent +/- R Atrium?	Left ventricular contractility: (a) Hyperdynamic? (b) Normal? (c) Decreased?	Right ventricular strain: (a) Increased size of RV? (b) Septal displacement from right to left?
Tank	Tank volume: (1) Inferior vena cava: (a) Large size/small Insp collapse? —CVP high— (b) Small size/large Insp collapse? —CVP low— (2) Internal jugular veins: (a) Small or large?	Tank leakiness: (1) E-FAST exam: (a) Free fluid Abd/Pelvis? (b) Free fluid thoracic cavity? (2) Pulm edema: Lung rockets?	Tank compromise: Tension pneumothorax? (a) Absent lung sliding? (b) Absent comet tails?
Pipes	Abdominal aorta aneurysm: Abd aorta > 3 cm?	Thoracic aorta aneurysm/dissection: (a) Aortic root > 3.8 cm? (b) Intimal flap? (c) Thor aorta > 5 cm?	(1) Femoral vein DVT? Noncompressible vessel? (2) Popliteal vein DVT? Noncompressible vessel?

Patologi Sistem Respirasi

a. Aplikasi *Focused* USG Paru pada Triase Sesak Napas di Perawatan

Focused USG Paru adalah alat penunjang vital dalam triase pasien sesak napas, karena mampu secara cepat, akurat, dan bedside membedakan berbagai penyebab utama dispnea. Penggunaan USG Paru tidak hanya meningkatkan efisiensi diagnostik, tetapi juga mengurangi ketergantungan terhadap radiologi konvensional, mempercepat pengambilan keputusan, serta meningkatkan keselamatan pasien di fase akut. Penilaian awal terhadap pasien dengan dispnea akut merupakan tantangan klinis yang umum di unit gawat darurat dan ruang perawatan akut. *Focused* USG Paru terbukti sebagai alat diagnostik non-invasif, cepat, dan bedside yang sangat berharga dalam proses triase, terutama karena keunggulannya dalam mengidentifikasi etiologi sesak napas secara langsung. USG Paru mampu membedakan penyebab respiratorik yang sering tumpang tindih secara klinis seperti efusi pleura, edema paru, pneumotoraks, konsolidasi paru, hingga keganasan dan kelainan diafragma—dalam waktu singkat tanpa paparan radiasi.

1) Efusi Pleura

USG Paru mendeteksi efusi pleura dengan sensitivitas dan spesifisitas tinggi, bahkan lebih baik dari foto toraks, terutama pada posisi duduk atau lateral. Cairan pleura tampak sebagai area anekoik di atas diafragma, dan karakteristik seperti septasi, debris, atau nodul dapat mengindikasikan proses inflamasi atau keganasan.

2) **Edema Paru**

USG Paru menunjukkan pola khas berupa *multiple B-lines* bilateral dan simetris pada edema paru kardiogenik. Pola ini dapat membedakan dari ARDS, yang memiliki distribusi lebih heterogen. Penurunan jumlah *B-lines* setelah pemberian diuretik dapat digunakan sebagai indikator respons terapi.

3) **Pneumotoraks**

Pada pasien dengan onset dispnea mendadak, USG Paru dapat dengan cepat mengidentifikasi absennya *lung sliding*, absennya *B-line*, dan tanda *lung point*, yang sangat spesifik untuk pneumotoraks. Dalam kondisi ini, USG Paru jauh lebih sensitif daripada radiografi konvensional dan sangat berguna dalam penanganan awal di triase.

4) **Konsolidasi Paru**

USG Paru dapat mengidentifikasi konsolidasi sebagai area hiperekoik dengan tampilan seperti "*hepatization*", sering kali dengan air bronchogram dinamis. Pola ini sangat berguna dalam diagnosis cepat pneumonia, terutama yang mengenai area subpleura, serta dalam memantau respons terapi.

5) **Keganasan**

Efusi pleura yang berulang atau sulit hilang, ditambah temuan seperti septasi, dinding pleura menebal, atau nodul pleura, dapat menjadi petunjuk efusi pleura malignan. USG Paru juga berguna dalam membantu biopsi pleura atau massa subpleura pada pasien dengan riwayat kanker atau temuan toraks mencurigakan.

6) **Kelainan Diafragma**

USG Paru digunakan untuk menilai fungsi diafragma melalui mode M, mengamati mobilitas dan tebal otot diafragma saat bernapas. Kondisi seperti paralisis diafragma unilateral atau gangguan neuromuskular dapat dikenali sejak awal, terutama pada pasien sesak yang tidak membaik dengan oksigenasi biasa.

EVALUASI NYERI DADA AKUT

Nyeri dada akut merupakan salah satu keluhan utama yang memerlukan evaluasi segera di unit gawat darurat dan perawatan intensif, karena spektrum diagnosis-nya sangat luas dan mencakup kondisi yang berpotensi mengancam jiwa. Dalam konteks ini, *Focused Point-of-Care Ultrasound* (PoCUS) menjadi alat bantu diagnostik yang sangat efisien karena dapat digunakan di sisi tempat tidur pasien (bedside), bersifat real-time, non-invasif, dan mampu memberikan informasi anatomis dan fungsional terhadap berbagai struktur toraks dan sekitarnya.

a. Efusi Perikardial

PoCUS memungkinkan deteksi cepat efusi perikardial melalui pendekatan subkostal atau parasternal. Efusi ditandai oleh ruang anekoik di sekitar jantung. Penilaian dapat dilanjutkan dengan mengevaluasi apakah terjadi tanda-tanda tamponade jantung (misalnya kolaps atrium kanan di diastol dan ventrikel kanan di sistol).

b. Fraktur Tulang Dada (Costae atau Sternum)

USG muskuloskeletal efektif mendeteksi fraktur iga maupun sternum, bahkan ketika radiografi dada tidak menunjukkan

kelainan. Fraktur tampak sebagai diskontinuitas korteks tulang disertai hematoma atau nyeri tekan terfokus.

c. Peradangan Pleura (Pleuritis)

Pada pleuritis, PoCUS dapat menunjukkan penebalan pleura parietal atau viseral, dan kadang disertai efusi kecil. Pergerakan pleura yang terganggu juga dapat mengindikasikan nyeri pleuritik.

d. Pneumonia

PoCUS mengidentifikasi pneumonia sebagai area konsolidasi hiperekoik dengan bronchogram udara dinamis, yang sering kali tidak terlihat di radiografi awal. Konsolidasi subpleura disertai peningkatan vascularisasi Doppler bisa menunjukkan proses infeksi aktif.

e. Mesothelioma

Mesothelioma pleura sering menimbulkan efusi pleura berulang dan penebalan pleura yang tidak rata atau nodular. USG dapat mendeteksi ketebalan pleura >1 cm, kontur tidak rata, dan adanya massa pleura. USG juga berguna dalam memandu biopsi pleura.

f. Keganasan Paru atau Pleura Lainnya

LUS dapat mengidentifikasi nodul subpleura, efusi pleura dengan septasi atau debris, serta massa pleura yang mencurigakan untuk tumor primer atau metastasis. USG berpemandu juga digunakan untuk biopsi lesi toraks perifer.

BAB IV

TINDAKAN USG DAN DOKUMENTASI

DOKUMENTASI PEMERIKSAAN USG TORAKS

4.1.1 FORMULIR EKSPERTISI PEMERIKSAAN USG PARU DAN PLEURA

(LUNG ULTRASOUND - LUS)

Nomor Dokumen: _____ / Revisi: ____ / Tanggal Berlaku: ____

A. IDENTITAS PASIEN

- Nama Lengkap: _____
- Nomor Rekam Medis: _____
- Tanggal Lahir / Usia: _____
- Jenis Kelamin (Laki-laki Perempuan):

- Tanggal Pemeriksaan: _____
- Dokter Operator USG: _____

B. INDIKASI PEMERIKSAAN

- Dispnea
- Suspek Pneumonia / COVID-19
- ARDS / Gagal Napas
- Trauma Dada / eFAST
- Evaluasi Efusi Pleura
- Pneumotoraks
- Monitoring Pasien ICU
- Lainnya: _____

C. PROTOKOL & TEKNIK PEMERIKSAAN

- Posisi Pasien: Supine Semi-Fowler Duduk

- Jenis Probe: Linear (MHz: ___) Convex (MHz: ___) Phased Array (MHz: ___)

Nomor	Bagian	Ekspertisi
1	Pleura	<input type="checkbox"/> Efusi pleura: <input type="checkbox"/> Ringan <input type="checkbox"/> Sedang <input type="checkbox"/> Masif <input type="checkbox"/> Septasi / fibrin / kompleks <input type="checkbox"/> Tanda pneumotoraks: <input type="checkbox"/> Absen sliding <input type="checkbox"/> Lung point (+) <input type="checkbox"/> Pleura menebal / tidak rata <input type="checkbox"/> Lainnya: _____
2	Paru	<input type="checkbox"/> Pola A (normal) <input type="checkbox"/> Pola B difus / padat → curiga: _____ <input type="checkbox"/> Konsolidasi: <input type="checkbox"/> Subpleural <input type="checkbox"/> Lobar <input type="checkbox"/> Lainnya: _____
3	IVC	Diameter IVC Inspirasi (cm) [] Normal [] Menurun Diameter IVC Ekspirasi (cm) [] Normal [] Meningkat
4	Diafragma	Pergerakan saat inspirasi [] Naik [] Turun (normal) [] Tidak bergerak Interpretasi fungsi [] Normal [] Hipofungsi [] Paralisis

F. INTERPRETASI & KESIMPULAN KLINIS

.....

G. SARAN / TINDAK LANJUT

- Pemeriksaan serial LUS
- CT scan toraks bila diperlukan
- Konsultasi pulmonologi / ICU
- Torakosentesis diagnostik / terapeutik
- Lainnya: _____

H. TANDA TANGAN PEMERIKSA

Nama Pemeriksa

Tanda Tangan

Tanggal

TINDAKAN INVASIF DENGAN PANDUAN USG

USG-Guided Thoracocentesis

Thoracocentesis merupakan prosedur invasif minimal untuk evakuasi cairan pleura, baik dengan tujuan diagnostik maupun terapeutik. Penggunaan USG sebagai pandu visual (real-time guidance) telah terbukti meningkatkan keamanan dan keberhasilan prosedur ini secara signifikan dibanding teknik "blind".

a. Prinsip Umum

USG dapat mendeteksi efusi pleura kecil (<100 mL), mengkarakterisasi isinya (transudat, eksudat, hemotoraks, piotoraks), serta mengidentifikasi komponen septasi, debris, atau massa solid di rongga pleura. Langkah Teknis:

1) Identifikasi Zona Aman:

- Idealnya di garis aksila posterior pada sela iga ke-7 atau ke-8, pada posisi duduk.
- USG digunakan untuk menandai area bebas dari paru, vaskularisasi, atau organ intraabdominal.

2) Penggunaan Probe:

- Linear: resolusi tinggi untuk efusi kecil dan struktur superfisial.
- Convex: visualisasi lebih dalam dan volume efusi besar.

3) **Mode USG:**

- Mode B: identifikasi cairan bebas, viskositas, septasi.
- Mode M (jika diperlukan): evaluasi pergerakan paru atau *lung curtain sign*.

4) **Teknik Steril & Asepsis**

- Tindakan dilakukan setelah marking, desinfeksi kulit, dan pembiusan lokal.
- Dapat dilakukan dengan teknik *in-plane* atau *out-of-plane* tergantung pengalaman operator.

b. Tips Klinis:

- Hindari selang iga bawah karena terdapat pembuluh interkostal dan saraf.
- Pasien sebaiknya tidak bernapas dalam saat insersi jarum.
- Gunakan jarum atau kateter dengan aspirasi perlahan, perhatikan tekanan negatif.
- Lakukan aspirasi maksimal 1000–1500 mL/24 jam untuk menghindari edema paru re-ekspansi.

c. Manfaat USG:

- Mengurangi risiko pneumotoraks, luka vaskular, dan insersi gagal.
- Memberikan panduan dinamis selama prosedur berlangsung.

4.2.2 FORMULIR EKSPERTISI TINDAKAN TORAKOSINTESIS DENGAN PANDUAN USG

I. IDENTITAS PASIEN

Nama:

No. Rekam Medis:

Tanggal Lahir / Usia:

Jenis Kelamin: [] Laki-laki [] Perempuan

Lokasi Ruangan:

Tanggal / Waktu Tindakan:

Operator / Pemeriksa:

II. INDIKASI TORAKOSINTESIS

Diagnostik (misal: efusi pleura tak jelas etiologinya)

Terapeutik (misal: efusi masif menyebabkan sesak napas)

Lainnya:

III. HASIL PEMERIKSAAN USG PLEURA DAN PARU (PRA-TINDAKAN)

Parameter	Temuan
Lokasi Efusi Pleura	[] Hemitoraks Kanan [] Kiri [] Bilateral
Karakter Efusi	[] Anekoik [] Septasi [] Kompleks (lokulasi)
Estimasi Volume Efusi mL (berdasarkan luas kantong cairan)
Kedalaman Kantong Cairan (cm)

Parameter	Temuan
Visualisasi Paru Mengapung (Swirling Sign)	[] Ya [] Tidak
Ketebalan Pleura Parietalis mm
Jarak Lesi dengan Kulit mm
Pemetaan Vaskularisasi	

Transthoracic Needle Aspiration (TTNA) / Transthoracic Biopsy (TTB) pada Lesi Paru Perifer

TTNA dan TTB merupakan prosedur diagnostik penting untuk lesi paru perifer yang sulit dijangkau oleh bronkoskopi konvensional. Panduan USG dapat digunakan sebagai alternatif *CT-guidance* untuk lesi yang menempel atau dekat pleura. Prosedur *Transthoracic Needle Aspiration* (TTNA) merupakan salah satu teknik invasif minimal yang sangat penting dalam penegakan diagnosis penyakit paru dan pleura. Dengan kemajuan teknologi ultrasonografi (USG), pelaksanaan TTNA menjadi lebih aman, akurat, dan efisien. Penggunaan USG sebagai panduan selama prosedur memungkinkan dokter untuk melihat secara langsung struktur anatomi di sekitar area target, sehingga dapat menentukan jalur akses yang paling optimal dan menghindari komplikasi yang tidak diinginkan. Dalam konteks klinis, keberhasilan TTNA sangat bergantung pada teknik pelaksanaan

yang tepat dan penggunaan USG secara optimal. Teknik aspirasi jarum halus harus dilakukan dengan ketelitian tinggi untuk mendapatkan sampel yang representatif tanpa menyebabkan kerusakan jaringan di sekitarnya. Penentuan jalur akses berdasarkan citra USG sangat krusial, karena harus mempertimbangkan posisi lesi, kedalaman, serta struktur vital di sekitarnya. Selain itu, monitoring selama prosedur menjadi bagian integral yang memastikan keberhasilan dan keselamatan pasien. Memahami dan menguasai teknik pelaksanaan TTNA berbasis USG tidak hanya meningkatkan akurasi diagnosis, tetapi juga mengurangi risiko komplikasi seperti pneumotoraks, hemoptisis, atau infeksi. Pendalaman langkah-langkah praktis dalam melakukan TTNA dengan panduan USG, termasuk teknik aspirasi jarum halus, penentuan jalur akses, serta monitoring selama prosedur berlangsung. Dengan pemahaman yang baik, diharapkan tenaga kesehatan mampu melaksanakan prosedur ini secara profesional dan aman, serta mampu berkontribusi dalam peningkatan kualitas layanan diagnostik di bidang pulmonologi dan radiologi.(18)

a. Indikasi Utama

- Lesi padat subpleural atau pleura-parenkim < 5 cm dari dinding toraks.
- Massa paru perifer yang tidak terdiagnosis dengan teknik lain.
- Evaluasi metastasis, granuloma, infeksi spesifik (mis. TB), atau keganasan primer.

b. Persiapan dan Posisi Pasien

- Posisi duduk atau lateral decubitus, tergantung letak lesi.
- Lakukan USG awal untuk mengidentifikasi lokasi dan hubungan dengan pleura.

c. Teknik Biopsi:

- Probe: Linear atau convex probe tergantung kedalaman.
- Pendekatan: *In-plane* preferred agar jarum terlihat sepanjang lintasan.
- Alat: Biopsy needle (coaxial / tru-cut), kadang FNAB needle jika sitologi cukup.
- Biopsi dilakukan setelah infiltrasi anestesi lokal.

d. Fitur USG pada Lesi Paru:

- Tampak hiperekoik heterogen, tidak bergerak dengan napas.
- Tanda khas: *air bronchogram*, batas tak teratur, dan perdarahan internal pascabiopsi (tampak sebagai perubahan artefak atau hiperekoik area baru).

e. Risiko dan Komplikasi:

- Pneumotoraks
- Perdarahan
- Infeksi

USG memungkinkan deteksi dini komplikasi ini.

Teknik Aspirasi Jarum Halus

Teknik aspirasi jarum halus (Fine Needle Aspiration/FNA) merupakan salah satu prosedur invasif minimal yang digunakan

untuk memperoleh sampel jaringan atau cairan dari lesi paru atau pleura dengan tujuan diagnosis histopatologis maupun sitologis. Teknik ini sangat penting dalam konteks USG toraks karena memungkinkan visualisasi langsung dari struktur target dan jalur akses yang aman sehingga meminimalkan risiko komplikasi. Pelaksanaan teknik aspirasi jarum halus harus dilakukan dengan ketelitian tinggi dan pemahaman mendalam terhadap anatomi serta USG. Prosedur ini biasanya dilakukan dengan menggunakan jarum halus berukuran 22-25 gauge yang terhubung ke syringe (tabung suntik) untuk menarik sampel. Pada praktiknya, prosedur ini dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

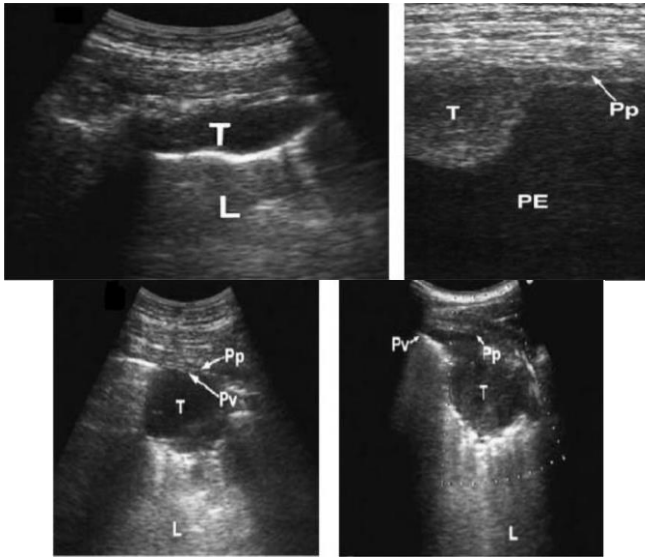
a. Persiapan dan Penentuan Lokasi Target

Sebelum prosedur, pasien harus diposisikan sesuai dengan lokasi lesi yang akan diambil sampelnya, biasanya dalam posisi duduk, berbaring, atau setengah duduk tergantung lokasi dan aksesibilitas lesi. Pemeriksaan USG dilakukan untuk mengidentifikasi lokasi pasti dari lesi, kedalaman serta struktur di sekitarnya. Pada tahap ini penting untuk memastikan bahwa tidak ada struktur vital seperti pembuluh darah besar atau organ lain yang berdekatan yang dapat menyebabkan komplikasi.

b. Teknik Penusukan dan Aspirasi

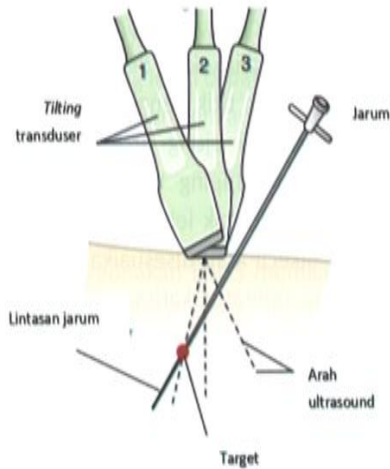
Setelah lokasi target ditentukan, kulit di sekitar area tersebut dibersihkan dan diberikan anestesi lokal untuk mengurangi nyeri dan ketidaknyamanan pasien. Transduser USG ditempatkan secara

stabil di atas kulit, dan citra USG digunakan untuk memvisualisasi posisi jarum secara real-time.



Gambar 1.1 USG Toraks Pada Kanker paru

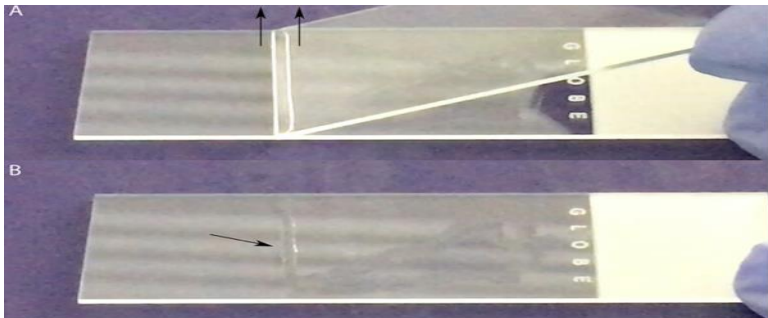
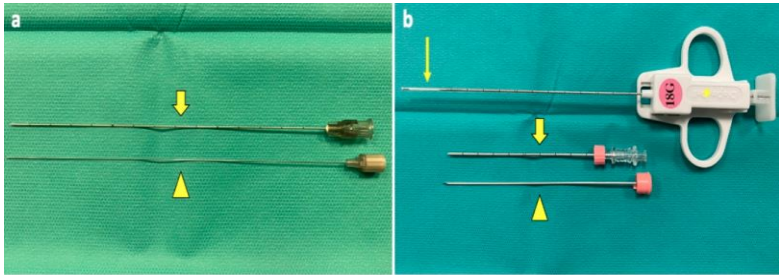
Jarum halus kemudian dimasukkan secara perlahan ke dalam jaringan target dengan mengikuti citra USG yang menunjukkan jalur yang aman dan optimal. Selama penusukan, penting untuk menjaga jarum tetap stabil dan mengikuti citra USG secara akurat agar jarum tidak menyimpang dari jalur yang diinginkan. Setelah jarum mencapai posisi yang diinginkan, syringe dihubungkan dan dilakukan aspirasi dengan menarik plunger secara perlahan untuk mengumpulkan sampel dari lesi.



Gambar 1.2 Aspirasi Jarum Halus Pada Kanker Paru

c. Pengambilan Sampel dan Pengulangan

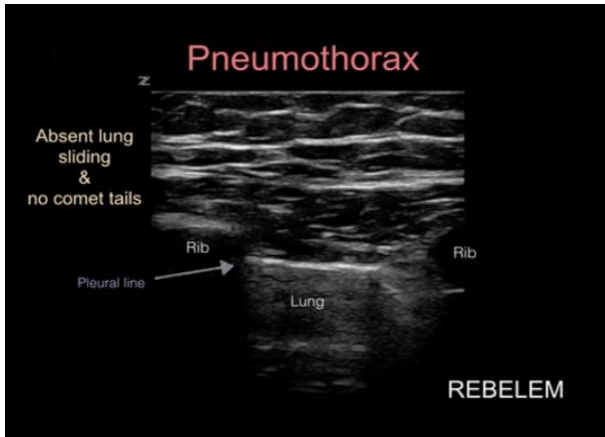
Pengambilan sampel dilakukan dengan beberapa kali aspirasi jika diperlukan, tergantung dari volume dan kualitas sampel yang diinginkan. Setelah pengambilan selesai, jarum dilepaskan dan area injeksi ditekan dengan kapas steril untuk menghentikan perdarahan dan mencegah hematoma. Sampel yang diperoleh kemudian dikirim ke laboratorium untuk analisis sitologi atau histopatologi.



Gambar 1.3 Pengambilan Sampel dan Pengulangan

d. Keamanan dan Pencegahan Komplikasi

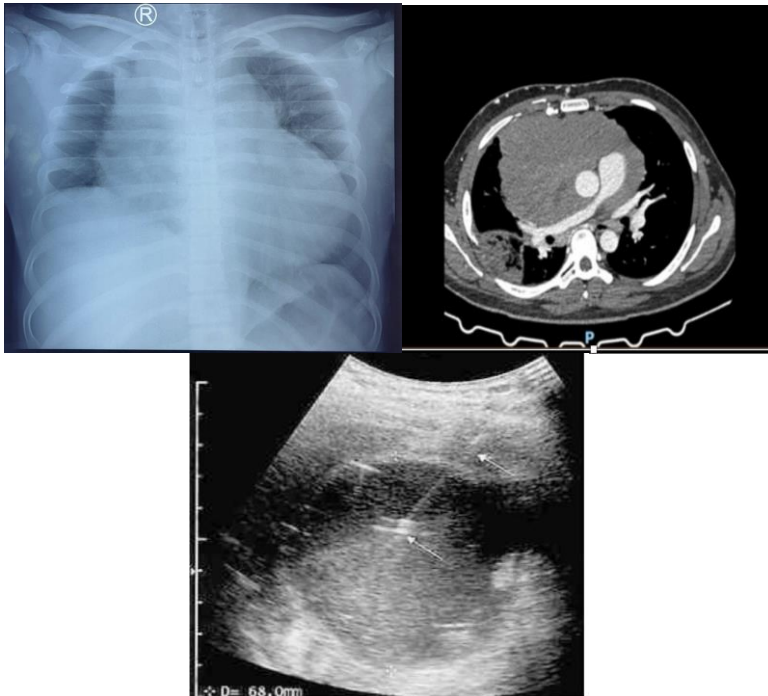
Selama prosedur, penting untuk memantau pasien secara ketat dan mengamati tanda-tanda komplikasi seperti perdarahan, pneumotoraks, atau nyeri hebat. Penggunaan USG secara langsung memungkinkan deteksi dini terhadap komplikasi tersebut dan penanganan segera jika diperlukan. Pelaksanaan aspirasi jarum halus harus dilakukan oleh tenaga medis yang terlatih dan berpengalaman, karena keberhasilan dan keamanannya sangat bergantung pada teknik yang tepat dan pemahaman terhadap citra USG. Selain itu, penggunaan jarum yang steril dan prosedur aseptik sangat penting untuk mencegah infeksi.



Gambar 1.4 Deteksi Komplikasi Post TTNA

e. Studi Kasus dan Contoh Praktis

Misalnya, pada kasus pasien dengan lesi perifer di paru kanan yang terdeteksi melalui USG, prosedur aspirasi jarum halus dilakukan dengan posisi pasien berbaring miring ke kiri. Transduser USG ditempatkan secara paralel terhadap dada, dan citra menunjukkan lesi berukuran 2 cm di lapisan subpleural. Dengan mengikuti citra USG secara real-time, jarum halus dimasukkan secara perlahan ke dalam lesi, dan aspirasi dilakukan. Sampel yang diambil kemudian dikirim ke laboratorium, dan hasilnya menunjukkan sel tumor yang mengindikasikan kanker paru perifer.



Gambar 1.5. Foto Toraks , Ct scan toraks dengan kontras ,
USG toraks

Teknik aspirasi jarum halus ini memiliki keunggulan utama dalam kemampuannya untuk mendapatkan sampel secara langsung dari lokasi target dengan risiko minimal, asalkan dilakukan dengan prosedur yang benar dan pengawasan yang ketat (Yoon et al., 2018).

f. Penentuan Jalur Akses Berdasarkan USG

Penentuan jalur akses yang optimal merupakan aspek krusial dalam pelaksanaan TTNA berbasis USG. Jalur akses yang tepat tidak hanya memastikan keberhasilan pengambilan sampel tetapi meminimalkan risiko komplikasi seperti perdarahan, pneumotoraks, atau kerusakan struktur vital di sekitarnya.

g. Penentuan Jalur Akses Berdasarkan USG

Penentuan jalur akses yang optimal merupakan aspek krusial dalam pelaksanaan TTNA berbasis USG. Jalur akses yang tepat tidak hanya memastikan keberhasilan pengambilan sampel tetapi meminimalkan risiko komplikasi seperti perdarahan, pneumotoraks, atau kerusakan struktur vital di sekitarnya.

h. Prinsip Dasar Penentuan Jalur Akses

Prinsip utama dalam menentukan jalur akses adalah mengikuti jalur yang paling pendek dan paling aman dari permukaan kulit menuju target lesi, dengan memperhatikan posisi struktur penting seperti pembuluh darah besar, pleura, dan organ lain. Jalur yang dipilih harus menghindari struktur vital dan meminimalkan trauma jaringan.

i. Langkah-Langkah Penentuan Jalur Akses

- 1) **Identifikasi Lesi dan Struktur Sekitar.** Melalui USG dokter harus mengidentifikasi posisi lesi, kedalaman, serta struktur di sekitarnya, termasuk pembuluh darah, pleura, dan organ lain. Penggunaan Doppler USG sangat membantu dalam mendeteksi pembuluh darah yang berdekatan, sehingga jalur yang dipilih tidak melintasi pembuluh besar yang berisiko menyebabkan perdarahan.
- 2) **Perencanaan Jalur Akses** Setelah lokasi target diketahui, dokter menentukan jalur akses yang paling optimal. Biasanya, jalur ini adalah garis lurus dari permukaan kulit ke lesi, yang tidak melintasi struktur vital. Pada kasus lesi yang dekat dengan pleura, jalur harus diatur sedemikian rupa agar jarum tidak menembus pleura secara berlebihan, untuk mengurangi risiko pneumotoraks.

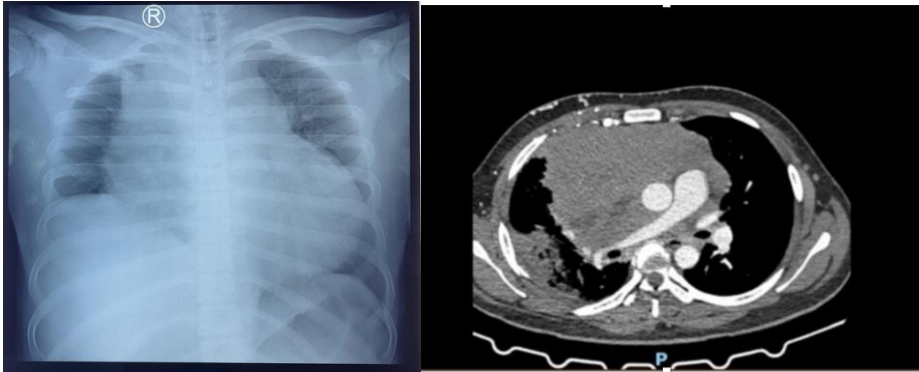
- 3) **Pengukuran dan Penandaan** Menggunakan citra USG, jarak dari permukaan kulit ke target diukur secara akurat. Pada saat yang sama, titik masuk kulit ditandai dengan marker steril. Beberapa studi menyarankan penggunaan alat bantu seperti marker khusus yang mengikuti garis citra USG untuk memastikan jalur tetap konsisten selama prosedur (Kumar et al., 2019).
- 4) **Simulasi dan Verifikasi Jalur** Sebelum penusukan, dilakukan simulasi jalur akses dengan memvisualisasikan jalur tersebut di citra USG. Jika jalur tersebut melewati struktur yang berisiko, jalur alternatif harus dipertimbangkan.

j. Teknik Visualisasi dan Penentuan Jalur

Penggunaan Doppler USG sangat penting untuk mengidentifikasi pembuluh darah yang berdekatan dengan lesi. Dengan demikian, jalur yang dipilih tidak melintasi pembuluh besar, mengurangi risiko perdarahan. Selain itu, posisi pasien juga harus diatur sedemikian rupa agar jalur akses menjadi lebih pendek dan langsung ke target.

k. Contoh Kasus

Misalnya, pada pasien dengan lesi perifer di bagian anterior paru kanan, USG menunjukkan bahwa jalur terbaik adalah dari anterior-lateral, dengan jarak 3 cm dari permukaan kulit ke lesi. Doppler USG digunakan untuk memastikan tidak ada pembuluh besar di jalur tersebut. Setelah jalur diidentifikasi dan ditandai, prosedur aspirasi dilakukan mengikuti jalur ini secara langsung dan aman.



Gambar 1.6 Lesi di Perifer anterior paru kanan

1. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penentuan Jalur

Faktor utama yang mempengaruhi penentuan jalur akses meliputi kedalaman lesi, posisi pasien, keberadaan struktur vital di sekitar jalur, serta keberhasilan visualisasi citra USG. Keberhasilan dalam menentukan jalur akses yang optimal sangat bergantung pada pengalaman operator dan kualitas alat USG yang digunakan (Kumar et al., 2019).

4.2.4 Formulir Ekspertisi TTNA/TTB dengan USG

Parameter	Temuan
Lokasi Lesi (lobus, segmen, lateral/posterior, dll)
Ukuran Lesi cm
Kedalaman Lesi dari Pleura mm
Tipe Jarum	<input type="checkbox"/> Fine Needle Aspiration (FNA) <input type="checkbox"/> Core Biopsy
Pendekatan	<input type="checkbox"/> In-plane <input type="checkbox"/> Out-of-plane

Parameter

Temuan

Komplikasi

[] Tidak ada [] Pneumotoraks [] Hemoptisis []
Lainnya:

Keterangan

.....

Tambahan

DAFTAR PUSTAKA

1. Index. *Radiol Clin North Am* [Internet]. 2004 Mar;42(2):479–86. Available From: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0033838904000326>
2. Lichtenstein Da. Lung Ultrasound In The Critically Ill [Internet]. 2014. Available From: <http://www.annalsofintensivecare.com/content/4/1/1>
3. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein Da, Mathis G, Kirkpatrick Aw, Et Al. International Evidence-Based Recommendations For Point-Of-Care Lung Ultrasound. In: *Intensive Care Medicine*. 2012. P. 577–91.
4. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti Df, Et Al. Proposal For International Standardization Of The Use Of Lung Ultrasound For Patients With Covid-19. *Journal Of Ultrasound In Medicine*. 2020 Jul 1;39(7):1413–9.
5. Bianchini A, Pintus L, Vitale G, Mazzotta E, Felicani C, Zangheri E, Et Al. Lung Ultrasound In Mechanical Ventilation: A Purposive Review. Vol. 15, *Diagnostics*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Mdpi); 2025.
6. Lyanda A, Antariksa B, Syahrudin E. *Ultrasonografi Toraks*. Vol. 31, *J Respir Indo*. 2011.
7. Aichhorn L, Habrina L, Werther T, Berger A, Küng E. Comparison Of Different Types Of Ultrasound Probes For Lung Ultrasound In Neonates—A Prospective Randomized Comparison Study. *Plos One*. 2024 Jul 1;19(7 July).
8. Marini Tj, Rubens Dj, Zhao Yt, Weis J, O’connor Tp, Novak Wh, Et Al. *Lung Ultrasound: The Essentials*. *Radiol Cardiothorac Imaging*. 2021 Apr 1;3(2).

9. Lichtenstein Da. Lung Ultrasound In The Critically Ill [Internet]. 2014. Available From: <Http://Www.Annalsofintensivecare.Com/Content/4/1/1>
10. Lichtenstein Da. Blue-Protocol And Falls-Protocol: Two Applications Of Lung Ultrasound In The Critically Ill. *Chest*. 2015 Jun 1;147(6):1659–70.
11. Soldati G, Copetti R, Sher S. Sonographic Interstitial Syndrome The Sound Of Lung Water. 2009.
12. Dubinsky Tj, Shah H, Sonneborn R, Hippe Ds. Correlation Of B-Lines On Ultrasonography With Interstitial Lung Disease On Chest Radiography And Ct Imaging. *Chest*. 2017 Nov 1;152(5):990–8.
13. Lichtenstein Da, Loubières Y, Reissig A, Kroegel C. Lung Sonography In Pulmonary Embolism [1]. Vol. 123, *Chest*. American College Of Chest Physicians; 2003. P. 2154–5.
14. Chest Sonography.
15. Ibitoye Bo, Idowu Bm, Ogunrombi Ab, Afolabi Bi. Ultrasonographic Quantification Of Pleural Effusion: Comparison Of Four Formulae. *Ultrasonography*. 2018 Jul 1;37(3):254–60.
16. Savoia P, Jayanthi S, Chammas M. Focused Assessment With Sonography For Trauma (Fast). Vol. 31, *Journal Of Medical Ultrasound*. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2023. P. 101–6.
17. Perera P, Mailhot T, Riley D, Mandavia D. The Rush Exam: Rapid Ultrasound In Shock In The Evaluation Of The Critically Ill. Vol. 28, *Emergency Medicine Clinics Of North America*. W.B. Saunders; 2010. P. 29–56.
18. Yang Pc. Ultrasound-Guided Transthoracic Biopsy Of The Chest.