

TESIS

**PERBANDINGAN ANTARA FOTO THORAX DAN ULTRASONOGRAFI
THORAX DENGAN GAMBARAN KLINIS PADA PASIEN
HYALINE MEMBRANE DISEASE**

**CORRELATION BETWEEN CHEST RADIOGRAPH AND LUNG
ULTRASOUND WITH CLINICAL APPERANCE IN
HYALINE MEMBRANE DISEASE PATIENTS**

WA ODE ZERBARANI



**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)
PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PERBANDINGAN ANTARA FOTO THORAX DAN ULTRASONOGRAFI
THORAX DENGAN GAMBARAN KLINIS PADA PASIEN
HYALINE MEMBRANE DISEASE**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Dokter Spesialis-1

Program Studi Ilmu Radiologi

Disusun dan Diajukan Oleh

Wa Ode Zerbarani

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (SP-1)
PROGRAM STUDI ILMU RADIOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN ANTARA FOTO THORAX DAN ULTRASONOGRAFI THORAX DENGAN GAMBARAN KLINIS PADA PASIEN *HYALINE MEMBRANE DISEASE*

Disusun dan diajukan oleh :

WA ODE ZERBARANI

Nomor Pokok : C125172005

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Pendidikan Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tanggal 02 Maret 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama

dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K), M.Med.Ed
NIP.19721223 200212 2 001

Pembimbing Pendamping

Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K)
NIP. 19710908 200212 2 002

Ketua Program Studi

Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K)
NIP. 19710908 200212 2 002

Dekan Fakultas



Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : wa Ode Zerbarani

NIM : C125172005

Program Studi : Ilmu Radiologi

Jenjang : S2/PPDS-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul " PERBANDINGAN ANTARA FOTO THORAX DAN ULTRASONOGRAFI THORAX DENGAN GAMBARAN KLINIS PADA PASIEN HYALINE MEMBRANE DISEASE" adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Juni 2022

Yang menyatakan



Wa Ode Zerbarani

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan karya akhir ini yang berjudul **“PERBANDINGAN ANTARA FOTO THORAX DAN ULTRASONOGRAFI THORAX DENGAN GAMBARAN KLINIS PADA PASIEN HYALINE MEMBRANE DISEASE”**. Karya akhir ini disusun sebagai tugas akhir dalam Program Studi Dokter Spesialis-1 (Sp-1) Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Saya menyadari bahwa karya akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga dengan segala kerendahan hati saya mengharapkan kritik, saran dan koreksi dari semua pihak. Banyak kendala yang dihadapi dalam rangka penyusunan karya akhir ini, namun berkat bantuan berbagai pihak maka karya akhir ini dapat juga selesai pada waktunya.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad(K), M.Med.Ed selaku Ketua Komisi Penasehat
2. Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad(K) selaku Sekretaris Komisi Penasehat
3. dr.Burhanuddin Bahar,M.Sc selaku Anggota Komisi Penasehat
4. dr.Ema Alasiry,Sp.A(K) selaku Anggota Komisi Penasehat
5. dr.Nurlaily Idris,Sp.Rad(K) selaku Anggota Komisi Penasehat

Atas segala arahan, bimbingan dan bantuan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan, pelaksanaan selama penelitian hingga penyusunan dan penulisan sampai dengan selesainya karya akhir ini. Serta ucapan terima kasih atas segala arahan, nasehat dan bimbingan yang telah diberikan selama saya menjalani pendidikan di Bagian Radiologi FK UNHAS ini.

Pada kesempatan ini pula saya ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan saya kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, Ketua TKP-PPDS FK UNHAS, Ketua Konsentrasi PPDS Terpadu FK UNHAS dan Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti Program Pendidikan Dokter Spesialis Terpadu di Bagian Radiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makasar.
2. dr. Sri Asriyani, Sp.Rad (K), M.Med.Ed selaku Kepala Bagian Departemen Radiologi Universitas Hasanuddin, Dr. dr. Mirna Muis, Sp.Rad (K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Radiologi Universitas Hasanuddin dan Kepala Instalasi RSPTN Universitas Hasanuddin, dr. Eny Sanre, Sp.Rad (K), M.Kes selaku Kepala Instalasi Radiologi RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo, Prof.Dr.dr. Bachtiar Murtala, Sp.Rad (K), Prof.Dr.dr. Muhammad Ilyas, Sp.Rad. (K), dr. Nurlaily Idris, Sp.Rad (K), dr. Nikmatia Latief, Sp.Rad (K), dr.Junus Baan, Sp.Rad(K), dr. Luthfy Attamimi, Sp.Rad, dr. Dario Nelwan, Sp.Rad, dr. Rafika Rauf, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. Rosdianah, Sp.Rad, M.Kes, dr. Isqandar Mas'oud, Sp.Rad (Alm), dr. Sri Muliati, Sp.Rad, Dr. dr. Shofiyah

Latief, Sp.Rad, dr. Erlin Sjahril, Sp.Rad (K), dr. Suciati Damopolii, Sp.Rad (K), M.Kes, dr. St. Nasrah Aziz, Sp.Rad, dr. Achmad Dara, Sp.Rad, dr. Isdiana Kaelan, Sp.Rad, dr. Amir, Sp.Rad, dr. M. Abduh, Sp.Rad, dr. Taufiqulhidayat, Sp.Rad, dr. Besse Arfiana Arif, Sp.Rad, M.Kes, dr. Alia Amalia, Sp.Rad, dan dr. Nur Amelia Bachtiar, MPH, Sp.Rad, serta seluruh pembimbing dan dosen luar biasa dalam lingkup Bagian Radiologi FK-UNHAS atas arahan dan bimbingan selama saya menjalani pendidikan.

3. Direksi beserta seluruh staf RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas kesempatan yang diberikan kepada kami untuk menjalani pendidikan di rumah sakit ini.
4. Para staf Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, staf Administrasi Bagian Radiologi FK UNHAS, dan Radiografer Bagian Radiologi RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar dan RSPTN Universitas Hasanuddin Makassar atas bantuan dan kerjasamanya.
5. Kedua orang tua saya Waode Alina dan Tadjuddin (Alm), kakak saya Aslan Adidjaya, Wien Wahyuni, Astono Ramadhani beserta seluruh Keluarga Besar, yang sangat saya cintai dan hormati yang dengan tulus dan penuh kasih sayang senantiasa memberikan dukungan, bantuan dan selalu mendoakan saya.
6. Teman PPDS terbaik angkatan Januari 2018 (Atika Puspa Dewi, Sumantri, Frielianny Febbry Bato, Bernard Johan dan Hendrick Revian) serta seluruh teman PPDS Radiologi lainnya yang telah banyak memberikan bantuan

materi, motivasi dan dukungan kepada saya dan keluarga selama masa pendidikan dan penyelesaian karya akhir ini.

7. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doanya. Saya ucapkan banyak terima kasih.

Melalui kesempatan ini pula perkenalkan saya mengucapkan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekhilafan saya baik disengaja maupun tidak kepada semua pihak selama menjalani pendidikan ini.

Saya berharap semoga karya akhir ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan Ilmu Radiologi di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas budi baik kepada semua pihak yang telah memberikan dukungannya.

Makassar, Juni 2022



Wa Ode Zerbarani

ABSTRAK

WA ODE ZERBARANI. Perbandingan antara Foto Thorax dan Ultrasonografi Thorax dengan Gambaran Klinis pada Pasien Hyaline Membrane Disease (dibimbing oleh Sri Asriyani dan Mirna muis).

Pencitraan radiologi merupakan salah satu alat diagnostik yang sangat membantu dalam menegakkan diagnosis, yaitu dengan melakukan pemeriksaan foto thorax dan USG thorax yang hadir sebagai metode pencitraan tanpa radiasi dengan nilai sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi dalam mendiagnosis penyakit *hyaline membrane disease* (HMD). Penelitian ini bertujuan mengetahui kesesuaian antara foto thorax dan ultrasonografi thorax dengan gambaran klinis pada pasien HMD. Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan metode *cross sectional* yang dilaksanakan di bagian Radiologi dan di Neonatal Intensive Care Unit RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo, Makassar. Penelitian dilaksanakan mulai pada bulan Agustus 2021 - Januari 2022 dengan sampel sebanyak 38 pasien. Data dianalisis menggunakan uji Gamma. Kami tidak ditemukan adanya hubungan yang signifikan antara *down score* dan derajat foto thorax dengan keeratan hubungan berada pada derajat sedang. Terdapat hubungan yang signifikan antara *down score* dengan derajat USG thorax dengan derajat keeratan hubungan sangat kuat. Terdapat hubungan yang signifikan antara derajat foto thorax dan derajat USG thorax dengan keeratan hubungan berada pada derajat sedang. Jadi, derajat HMD berdasarkan USG thorax berbanding lurus dengan gambaran klinis pasien dengan HMD dan derajat HMD berdasarkan foto thorax berbanding lurus dengan derajat HMD berdasarkan USG thorax.

Kata kunci: hyaline membrane disease, down Score, foto thorax, USG thorax



ABSTRACT

WA ODE ZERBARANI. *The Comparison between Thoracic Radiography and Thoracic Ultrasonography (USG) and Clinical Appearance in Hyaline Membrane Disease (HMD) Patients (supervised by Sri Asriyani and Mirna Muis).*

The hyaline membrane disease is a disease which frequently causes a respiratory distress in newly born babies with the risk factors such as the prematurity, babies who were born by the women suffering from the diabetes mellitus, and the main etiologic factor due to surfactant substance deficiency which can cause death in neonates. The radiological imaging is one of the diagnostic instruments which is very helpful in enforcing the disease diagnosis, namely by carrying out the thoracic radiography and thoracic USG. The thoracic USG is present as an imaging method without radiation with the high sensitivity and specificity values in diagnosing the disease. The research aims to investigate the congruity between the thoracic radiography and thoracic USG with the clinical appearance in the hyaline membrane disease (HMD) patients. This was the observational research with the cross-sectional method which was conducted in the Radiology Installation of Dr. Wahidin Sudirohusodo, Makassar. The research was carried out from August 2021 to January 2022. Samples obtained were as many as 38 patients. The method used was Gamma test. The research result indicates that there is no significant relationship between the Down Score and the thoracic radiography degree and relationship closeness degree which is in the moderate degree. There is the significant relationship between the Down Score and thoracic USG degree with a very strong relationship closeness degree. There is the significant relationship between the thoracic radiography degree and thoracic USG degree with the relationship closeness degree being in the moderate degree. The conclusion is that HMD degree based on the thoracic USG is directly proportional with the patients' clinical appearance with HMD, and HMD degree based on the thoracic radiography is directly proportional with HMD degree based on the thoracic USG.

Key words: Hyaline Membrane Disease, Down Score, thoracic radiography, thoracic USG



DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN.....	i
KARYA AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR).....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
1. Tujuan Umum.....	5
2. Tujuan Khusus.....	5
D. Hipotesis Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
II.1 Pembentukan dan Pematangan Paru.....	8

II.1.1. Fase embrionik.....	9
II.1.2. Fase Pseudoglandular	11
II.1.3. Fase kanalikular	11
II.1.4. Fase Sakular	12
II.2 Pernapasan Janin	14
II.3 Fisiologi Cairan Paru-Paru Janin.....	15
II.4 Sintesis dan Metabolisme Surfaktan	16
II.5 Peran Surfaktan dalam Paru-Paru	17
II.6 Dari Cairan Menuju Udara.....	18
II.7 Fungsi Sistem Pernapasan dan kaitannya dengan Fungsi Kardiovaskuler	19
II.8. Adaptasi Neonatus	20
II.9. Bayi	21
II.9.1. Bayi Lahir Prematur.....	21
II.9.2. Bayi Normal dan Masa Neonatus.....	22
II.9.3. Adaptasi Bayi	23
II.10. Defenisi	24
II.11. Insiden dan Epidemiologi	25
II.12. Etiologi	28
II.13. Patofisiologi.....	29
II.14. Gambaran dan Gejala klinis	31
II.15. Pemeriksaan Penunjang	33

A. Pemeriksaan laboratorium	33
B. Uji Kematangan paru	34
C. Tes Kocok (Shake Test)	35
D. Pemeriksaan Radiologi	36
D.1. Radiografi thorax	37
D.2. Ultrasonografi Thorax	41
E. Keunggulan Pencitraan	70
F. Keterbatasan Pencitraan	72
BAB III KERANGKA PENELITIAN	75
a. Kerangka Teori	75
b. Kerangka konsep	76
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	77
IV.1 Desain Penelitian	77
IV.2 Tempat dan waktu penelitian	77
IV.3 Populasi Penelitian	77
IV.4 Sampel dan Cara Pengambilan Sampel	78
IV.5 Perkiraan Besar Sampel	78
IV.6. Kriteria inklusi dan Eksklusi	78
1. Kriteria inklusi	78
2. Kriteria esklsi	79
IV.7 Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	79
1. Identifikasi Variabel	79
2. Klasifikasi Variabel	80
IV.8 Defenisi Operasional dan Kriteria Obyektif	80

IV.9 Cara Kerja.....	83
IV.10 Izin Penelitian dan Ethical Clereance.....	85
IV.11 Pengelolaan dan Analisis Data	85
IV.12 Alur Penelitian.....	86
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	87
V.1 Hasil Penelitian	87
V.2 Pembahasan.....	97
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	105
a.Kesimpulan.....	105
b.Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA.....	107
LAMPIRAN.....	111

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Scoring Down	32
2. Gambaran USG thorax Normal dan NRDS	62
3. Distribusi Sampel Berdasarkan Umur Kehamilan Ibu	88
4. Distribusi Sampel berdasarkan Jenis Kelamin	89
5. Distribusi Sampel Berdasarkan Berat Badan Lahir	89
6. Distribusi Sampel berdasarkan Etiologi Preterm	90
7. Distribusi Sampel Berdasarkan Proses persalinan	91
8. Distribusi Sampel Berdasarkan APGAR Score	91
9. Distribusi Sampel Berdasarkan saturasi Oksigen	92
10. Distribusi Sampel Berdasarkan AGD	92
11. Distribusi Sampel Berdasarkan Down Score	93
12. Distribusi Sampel Berdasarkan Derajat CXR	94
13. Distribusi sampel berdasarkan Derajat USG Thorax	94
14. Distribusi dan korelasi sampel berdasarkan Down Score dengan derajat foto thorax	95
15. Distribusi dan korelasi sampel berdasarkan Down Score dengan derajat ultrasonografi thorax	96
16. Distribusi dan korelasi sampel berdasarkan derajat foto Thorax dan ultrasonografi thorax	97

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Lima fase pembentukan dan pematangan paru-paru	9
2. Fase pembentukan paru-paru	9
3. Urutan tahapan pembentukan tunas paru-paru	10
4. Sepasang <i>trakeal bud</i> yang akan menjadi bronkus dan semua struktur pernapasan lainnya dibagian distal.	11
5. Perubahan histologis berbagai periode pembentukan saluran napas	13
6. Anatomi mikroskopik paru-paru normal	14
7. Sintesis dan metabolisme surfaktan paru	17
8. Gejala Klinis HMD	32
9. HMD dengan gambaran ground glass appereance dan air bronchogram	39
10. HMD dengan gambaran batas jantung-paru kabur (kiri) dan <i>white lung appereance</i>	40
11. USG paru-paru anak	46
12. Pemeriksaan USG paru-paru pada posisi Supine dan lateral decubitus	47
13. Beberapa posisi pasien anak-anak pada pemeriksaan USG paru-paru	48
14. Skor USG berdasarkan ultraonografi thorax	49
15. Orientasi dan penempatan probe USG paru-paru	53
16. Refleksi dan Refraksi	56
17. Perjalanan gelombang suara melalui lebih dari dua jaringan	56
18. Perjalanan gelombang suara pada permukaan yang iregguler	57

19. Perjalanan gelombang suara mengenai objek yang padat (specular reflection)	57
20. Bat Sign dan Seashore Sign	59
21. Garis B	60
22. Deskripsi skor ultrasonografi paru	63
23. CXR dan USG thorax dari pasien dengan derajat II RDS.	64
24. CXR dari pasien dengan derajat II-III RDS	64
25. CXR dan USG thorax dari pasien dengan derajat II-III RDS	65
26. CXR dan USG thorax dari pasien dengan derajat III-IV RDS	65
27. CXR dan USG thorax dari pasien dengan derajat IV RDS	65
28. USG Thorax pasien dengan derajat IV RDS	66
29. Contoh kasus HMD perbandingan foto thorax dan USG thorax	67
30. Contoh kasus perbandingan atelectasis dan timus pada foto thorax, USG thorax dan CT Scan thorax	69

DAFTAR SKEMA

Nomor	Halaman
1. Bagan Patofisiologi Respiratory Distress Syndrome	30
2. Algoritma Distress Pernapasan Segera Neonatus	44

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
sDGS	: Sustainable Development Goals
AKB	: Angka Kematian Bayi
SUPAS	: Survei Penduduk Antar Sensus
RDS	: Respiratory Distress Syndrome
TTN	: Transient Tachypnea of The Newborn
BBLR	: Berat badan Lahir Rendah
NICU	: Neonatal intensive Care Unit
HMD	: Hyaline Membrane Disease
CXR	: Chest Radiography
DNA	: Deoxyribonucleic Acid
USG	: Ultrasonography
DPPC	: Dipalmitoilphosphatidycholine
CO ₂	: Carbon Dioksida
O ₂	: Oksigen
USA	: United States of America
NICHD	: Neonatal Research Network of National Institute of Child Health and Human Development
PDA	: Patent Ductus Arteriosus
RDN	: Respiratory Distress of The Newborn
CT Scan	: Computer Tomography Scan
MRI	: Magneted Resonance Imaging
ETT	: Endo Tracheal Tube
CPAP	: Continues Positive Airway Pressure
BPD	: Bronchopulmonary Dysplasia

LUS	:	Lung Untrasonography
AIE		Alveolar Intertitial Edema
IE	:	Intertitial Edema
KU		Keluhan Umum
SC	:	Sectio Cesaria
AGD		Analisis Gas Darah

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data sampel penelitian	110
2.	Statistik	113
3.	Informed consent	119
4.	Rekomendasi Persetujuan Etik	120
5.	<i>Curriculum Vitae</i>	121

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Kematian bayi merupakan masalah dibidang kesehatan yang perlu mendapat perhatian dimana penyebab utama kematian pada neonatus paling sering diakibatkan adanya komplikasi kehamilan dan persalinan seperti asfiksia, sepsis, dan komplikasi berat lahir rendah. Dan salah satu komplikasi berat lahir rendah adalah adanya gangguan sistem pernafasan (Febri M Dkk, 2017; Depkes RI, 2008).

Setiap tahunnya di seluruh dunia diperkirakan 4 juta bayi meninggal pada tahun pertama kehidupan dan dua pertiganya meninggal pada bulan pertama kehidupan. Indonesia dalam *Sustainable Development Goals (SDGs) 2020* menargetkan adanya penurunan angka kematian bayi (AKB) menjadi 22 per 1000 kelahiran hidup dan hal ini teraplikasikan pada tahun 2015 berdasarkan hasil Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS) ditahun 2015. Meskipun mengalami penurunan, jumlah tersebut terbilang cukup tinggi dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya.

Penyakit distress pernapasan pada bayi baru lahir yang paling sering dilaporkan adalah sindrom gangguan pernapasan (RDS) dan takipnea transien pada bayi baru lahir (TTN) . Keduanya dapat terlihat dengan tanda-tanda klinis yang hampir sama (Vergine M dkk, 2014).

Indonesia memiliki angka kejadian BBLR yang bervariasi dari tiap propinsi dan pada tahun 2013, pelaporan kasus RDS didapatkan sekitar 10,2% dan mengalami penurunan menjadi 6,2% pada tahun 2018. Di Makassar sendiri, khususnya di Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, berdasarkan data laporan pasien neonatus yang mendapat perawatan di *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU) dengan kasus RDS pada tahun 2019 dilaporkan ada sekitar 52 kasus dan pada tahun 2020 dilaporkan ada sekitar 54 kasus.

Respiratory Distress Syndrome (RDS) atau yang dikenal juga sebagai *Hyaline membrane disease (HMD)* merupakan suatu penyakit yang sering menyebabkan gawat nafas pada bayi baru lahir dengan faktor resiko seperti prematuritas khususnya yang lahir pada usia kehamilan < 34 minggu serta pada bayi yang dilahirkan oleh ibu penderita diabetes mellitus yang mengakibatkan menurunnya substansi surfaktan. Secara epidemiologi, HMD merupakan salah satu penyebab kematian pada bayi baru lahir, $\pm 30\%$ dari semua kematian pada neonatus (Boedjang N, 2011).

Diagnosis HMD didasarkan pada kombinasi antara gejala klinis, analisis laboratorium dan radiografi thorax (CXR). Diagnosis dini sangat penting agar terapi intervensi, dukungan pernapasan, dan penggantian surfaktan dapat diberikan. Tindak lanjut pencitraan sangat diperlukan untuk memantau efek terapeutik dan mengurangi displasia paru-paru sebagai akibat dari ventilasi mekanis dalam waktu yang lama (Hiles M dkk,2017).

Foto thorax merupakan salah satu pemeriksaan radiologis yang menjadi alat penting dalam diagnosis penyakit paru pada bayi prematur dan neonatus. Menurut Bober et al (2006), dalam praktik klinis, ada kebutuhan terus menerus untuk mengekspos neonatus dengan radiasi dari foto thoraks untuk mengevaluasi efektivitas terapi yang diberikan dan hal ini membawa resiko efek samping jangka panjang karena neonatus memiliki ukuran tubuh yang kecil, memiliki kedekatan jaringan serta organ radiosensitif yang dapat mengakibatkan terjadinya efek biologis yang dapat merusak DNA baik secara langsung ataupun tidak langsung. Terlebih lagi dalam beberapa keadaan klinis, foto thorax tidak berguna untuk membuat diagnosis akhir. (Abdelsadeck A Dkk, 2015, Donald, 2013).

Ultrasonografi thorax telah muncul dalam beberapa tahun terakhir sebagai teknik yang sangat menjanjikan dengan sensitifitas dan sensibilitas yang tinggi mendekati 100% yang mampu mendeteksi kondisi patologis pada paru dan pleura. Bober et al (2006) juga menyatakan bahwa kurangnya kontraindikasi

untuk pemeriksaan USG, sifat USG yang portabilitas, biaya rendah, kemampuan yang baik dalam menegakan diagnosis klinis neonatus yang sulit terdeteksi dalam 24 jam setelah kelahiran, sebagai alat pandu pemasangan ventilasi mekanik pada pasien dengan gangguan pernapasan kronik dan dapat digunakan dalam terapi keberhasilan penanganan gangguan pernapasan. Sayangnya, penggunaan USG thorax masih saja terbatas karena kurangnya protokol operasi, standar diagnostik dan pedoman (Abdelsadeck A Dkk, 2015 ; dr. Uinarni H, 2019; Jeevesh Kapur, MD,2019, Liu J Dkk, 2019).

Seiring dengan berkembangnya pengetahuan dalam tehnik pencitraan radiologi, diharapkan kedepannya dapat dilakukan penegakan diagnosis penyakit paru dan pleura dengan menggunakan modalitas pencitraan yang non invasif terutama pada pasien-pasien neonatus seperti pendekatan diagnosis dengan menggunakan ultrasonografi thorax. Dan dalam melakukan pendekatan diagnosis tersebut, diharapkan adanya persepsi yang sama antara dokter klinisi dan radiologi sebagai penunjang dalam penegakan diagnosis.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut : Apakah terdapat kesesuaian antara foto thorax dan ultrasonografi thorax dengan gambaran klinis pada pasien *Hyaline Membrane Disease*.

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Tujuan Umum

Mengetahui kesesuaian antara foto thorax dan ultrasonografi thorax dengan gambaran klinis pada pasien *Hyaline Membrane Disease*.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui hasil penilaian foto thoraks pasien dengan *Hyaline Membrane Disease*.
- b. Mengetahui hasil penilaian ultrasonografi thorax pasien dengan *Hyaline Membrane Disease*.
- c. Membandingkan dan mengetahui gambaran klinis dengan foto thoraks pasien dengan *Hyaline Membrane Disease*.
- d. Membandingkan dan mengetahui gambaran klinis dengan ultrasonografi thoraks pasien dengan *Hyaline Membrane Disease*.

- e. Membandingkan dan mengetahui gambaran foto thoraks dan ultrasonografi thoraks pada pasien dengan *Hyaline Membrane Disease*

D. HIPOTESIS PENELITIAN

Terdapat kesesuaian antara foto thorax dan ultrasonografi thorax dengan gambaran klinis pasien *Hyaline Membrane Disease*.

E. MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan informasi ilmiah tentang peranan ultrasonografi thorax dalam menegakan diagnosis *Hyaline Membrane Disease* secara cepat, tepat dan akurat.
2. Memberikan informasi ilmiah tentang perbandingan ultrasonografi thorax dengan foto thorax dalam menilai *Hyaline Membrane Disease*.
3. Memberikan pemahaman mengenai keuntungan radiologi diagnostik dengan menggunakan ultrasonografi thorax dalam menegakan diagnosis *Hyaline membrane disease*.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu klinisi untuk memberikan penanganan lebih awal tentang adanya temuan *Hyaline Membrane Disease* pada neonatous sehingga memberikan

prognosis yang lebih baik pada kegawatan pernapasan pada Neonatus.

5. Hasil penelitian ini dapat menjadi sumbangan ilmiah dan mungkin dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut.

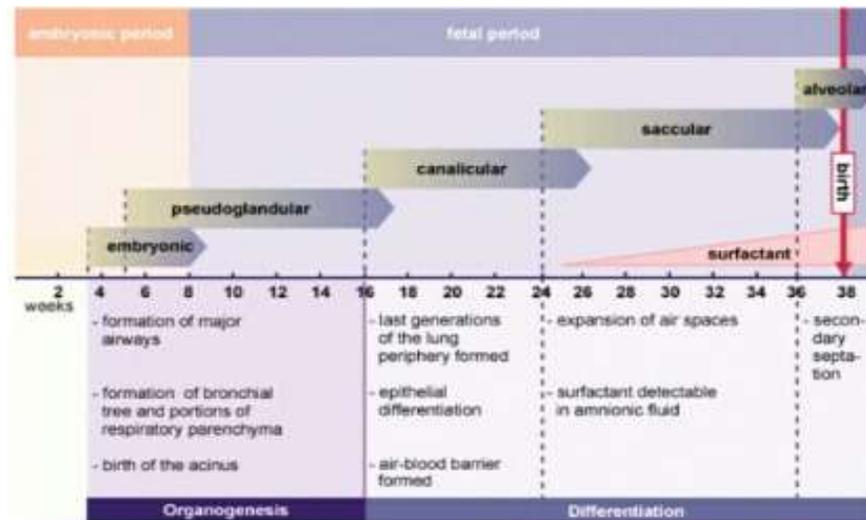
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

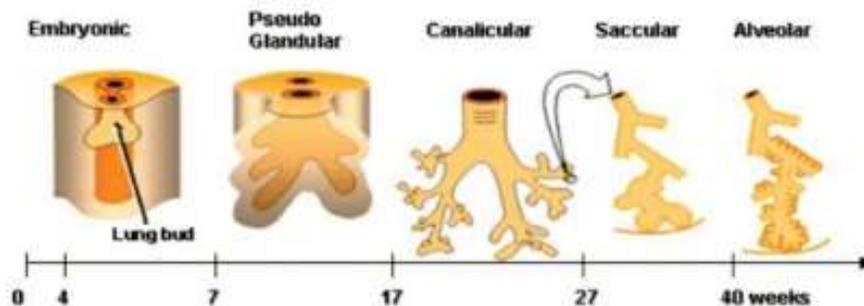
II.1. Pembentukan dan Pematangan Paru

Pembentukan, perkembangan dan pematangan paru-paru berbeda dari organ lain didalam tubuh, karena paru-paru belum dibutuhkan saat kehidupan intrauteri. Namun demikian, organ ini harus siap berfungsi segera setelah lahir, dan terus berkembang beberapa tahun kemudian (Uinarni H, 2019).

Pembentukan, perkembangan, dan pematangan sistem pernapasan dapat dibagi dalam lima fase yaitu fase embrionik (usia 4-7 minggu), fase pseudoglandular (usia 7-17 minggu), fase kanalikular (usia 17-26 minggu), fase sakular (usia 27-36 minggu), dan fase alveolar (usia 36 minggu-2 tahun) (Gambar 1 dan Gambar 2). Transisi antara fase terjadi bertahap dan ada tumpang tindih dari satu fase ke fase berikutnya, dan juga antara variasi usia kehamilan dan individu (Uinarni H, 2019).



Gambar 1: Lima fase pembentukan dan pematangan paru-paru

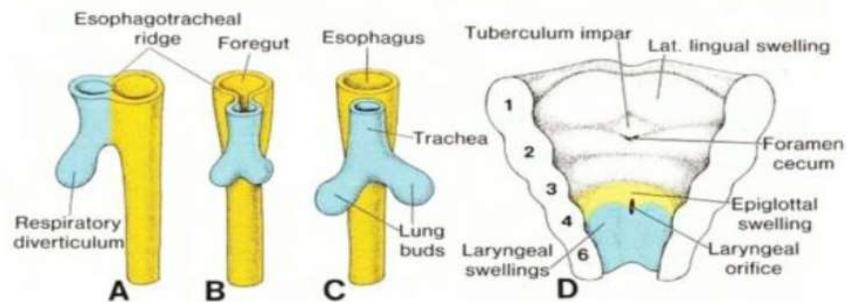


Gambar 2: Fase pembentukan paru-paru

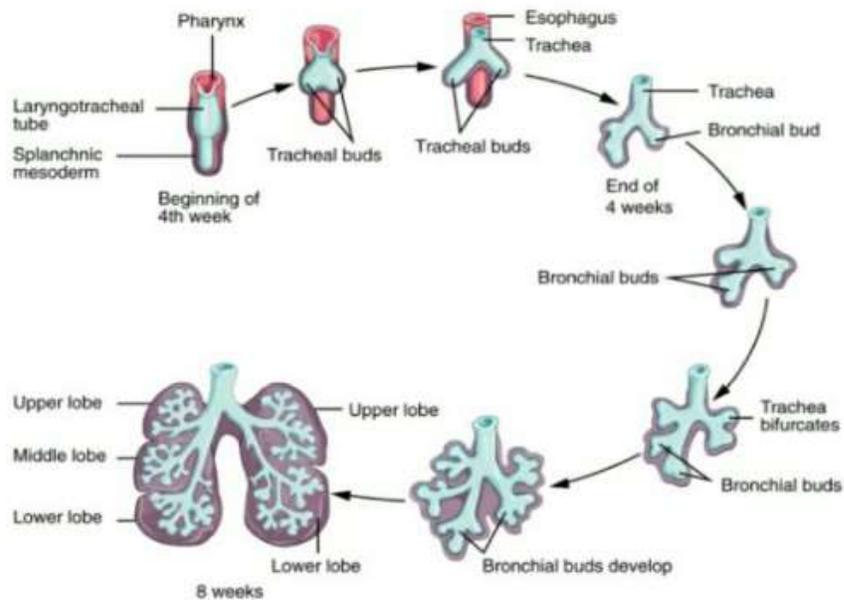
II.I.I Fase Embrionik (usia 4-7 minggu)

Pada fase embrionik (usia 4 minggu masa kandungan) mulai terbentuk divertikulum respiratorius atau *lung bud* sebagai tonjolan dari dinding ventral *foregut* (usus depan) diperbatasan faring dan esofagus. Pada awalnya tunas ini memiliki hubungan dengan usus depan. Selanjutnya terbentuk sekat, septum tracheoesophageale, sehingga

usus depan dibagi menjadi bagian dorsal, oesophagus dan bagian ventral, trachea dan tunas paru. Pada awal minggu kelima masing-masing tunas ini membesar untuk membentuk bronchus utama kanan dan kiri (Gambar 3. A-C). Tunas sebelah kanan membentuk tiga bronchus sekunder, sesuai dengan adanya tiga lobus diparu-paru kanan, tunas sebelah kiri, membentuk dua bronkus sekunder sesuai dengan jumlah lobus diparu-paru kiri. Selanjutnya bronkus sekunder telah membelah berulang-ulang, secara dikotomis sampai 17 generasi anak cabang diakhir bulan keenam dan membentuk alveoli. Akhirnya terbentuk sepuluh bronkus segmentalis (tertier) diparu-paru kanan dan delapan atau sembilan di paru-paru kiri (Gambar 4) (Uinarni H, 2019).



Gambar 3. (A-C) urutan tahapan pembentukan tunas paru-paru. Perhatikan esophagotracheal ridge dan pemisahan foregut menjadi esofagus dan trakea dengan tunas paru. (D). bagian ventral dan faring dilihat dari atas.



Gambar 4: Sepasang *trakeal bud* yang akan menjadi bronkus dan semua struktur pernapasan lainnya dibagian distal.

II.1.2 Fase Pseudoglandular (usia 7-17 minggu)

Tunas bronkial terus bercabang, berlangsung sampai semua bronkus segmental telah terbentuk. Dimulai sekitar minggu ke 13, diameter lumen bronkus mulai meluas. Pada minggu ke 16, bronkiolus sudah terbentuk, janin sudah memiliki semua struktur paru-paru utama yang terlibat dalam jalan napas (Uinarni H, 2019).

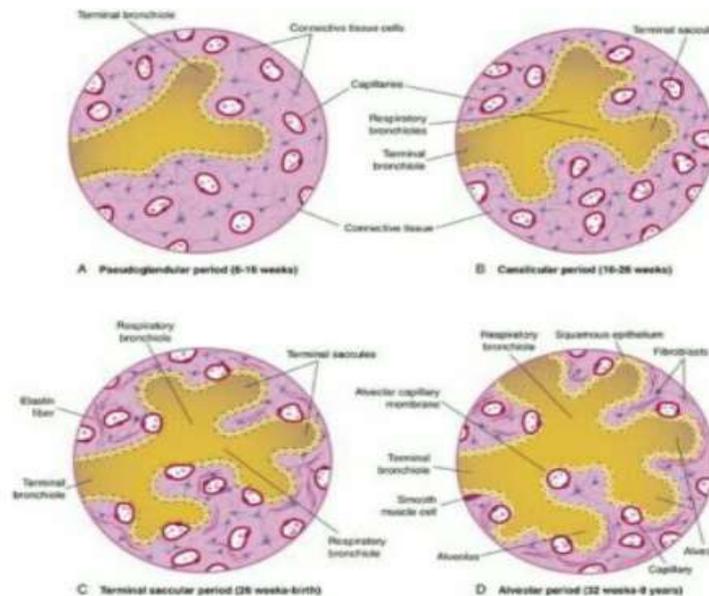
II.1.3 Fase Kanalikular (usia 17-26 minggu)

Pada fase ini, mulai pembentukan saluran alveolar dan alveolus primitif. Saat terjadi perubahan bentuk bronkiolus respiratorius, sel-sel berubah bentuk dari kuboid menjadi sel gepeng selapis, membentuk sel alveolus tipe I. Pada fase kanalikular diakhir bulan ke-6, terbentuk sel epitel alveolus tipe II yang berfungsi sebagai penghasil surfaktan yang berguna untuk menurunkan tegangan dialveolus karena kandungan yang kaya fosfolipid. Sel-sel ini terletak pada kapiler darah dan limfe dirongga sekitarnya (sakus terminalis atau alveolar primitif). Dua bulan terakhir jumlah sakus terminal meningkat, sel-sel yang melapisi akan semakin tipis dan menonjol kedalam (sel epitel alveolar tipe I) membentuk sawar darah-udara. Sekitar usia minggu ke-20, gerakan pernapasan janin mulai ada (Uinarni H, 2019).

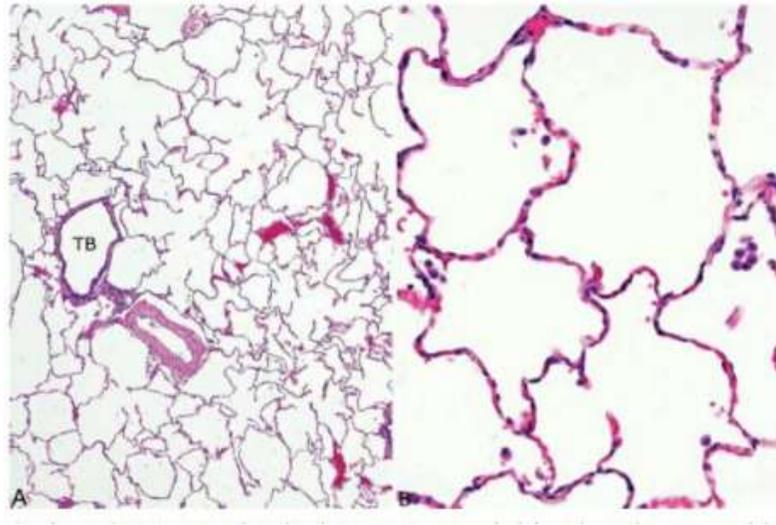
II.1.4 Fase Sakular (usia 27-36 minggu)dan fase alveolar (usia 36 minggu -2 tahun)

Pertumbuhan utama dan pematangan sistem pernapasan terjadi mulai minggu ke 24 sampai matur. Alveolus primitif terbentuk lebih banyak, demikian pula dengan jumlah surfaktan. Akan tetapi, jumlah surfaktan pada usia ini umumnya tidak cukup untuk membuat paru-paru dapat berfungsi efektif sampai sekitar bulan kedelapan kehamilan. Pada

fase ini, kapiler paru telah terbentuk dan terus berkembang, membentuk area permukaan lebih luas untuk pertukaran gas. Pembentukan struktur utama pernapasan terjadi pada sekitar minggu 28, ketika alveolus cukup matang, sehingga bayi yang lahir prematur pada saat ini dapat bernapas sendiri. Namun demikian, alveoli berfungsi lengkap dan optimal pada usia anak sekitar 8 tahun. Gambaran mikroanatomi normal bagian bronkiolus terminal yang berdekatan dengan arteri pulmonalis (Gambar 5 dan 6) (Uinarni H, 2019).



Gambar 5: perubahan histologis berbagai periode pembentukan saluran napas A dan B, ada jarak yang cukup jauh antara udara dalam saluran udara dan darah dalam kapiler. C dan D, jarak udara-darah lebih dekat dan lebih mendukung pernapasan udara yang efektif.



Gambar 6: Anatomi mikroskopik paru-paru normal. (A) pada perbatasan rendah, bronchiolus terminal (TB) terlihat berdekatan dengan arteri pulmonalis. Perhatikan bahwa arteri dan bronchiolus memiliki ukuran diameter yang sama. (B) perbesaran yang lebih tinggi dari parenkim, alveolus terlihat tipis, membran, septa, alveolus yang mengandung inti hanya tersebar terutama dari endotelium kapiler.

II.2 PERNAPASAN JANIN

Meskipun fungsi gerakan pernapasan janin tidak sepenuhnya jelas, hal ini dapat diamati mulai usia 20-21 minggu. Gerakan pernapasan janin melibatkan kontraksi otot yang menyebabkan janin dapat menghirup cairan amnion dan menghembuskan cairan (surfaktan paru dan lendir) ke dalam cairan amnion. Gerakan pernapasan janin tidak kontinu dan mungkin terdiri dari periode gerakan dan periode tidak ada gerakan. Beberapa faktor dari ibu dapat mempengaruhi frekuensi buang napas. Misalnya, kadar glukosa darah tinggi (hiperglikemia) dapat meningkatkan jumlah gerakan pernapasan. Sebaliknya, kadar glukosa darah rendah (hipoglikemia) dapat mengurangi

jumlah gerakan pernapasan janin. Perokok dapat juga menurunkan gerakan pernapasan janin (Uinarni H, 2019).

Pernapasan janin dapat membantu tonus otot-otot dalam persiapan untuk bernapas setelah janin lahir. Hal ini juga dapat membantu alveoli dalam pematangannya. Gerakan pernapasan janin ini dianggap sebagai tanda untuk perkembangan paru janin (Uinarni H, 2019).

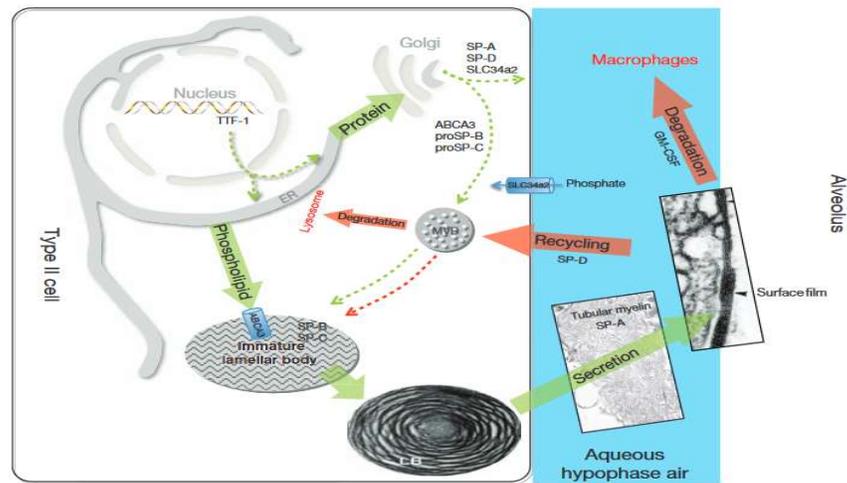
II.3. FISILOGI CAIRAN PARU-PARU JANIN

Paru-paru janin berisi cairan 4 sampai 6 ml/kg berat badan pada usia pertengahan kehamilan dan sekitar 30 sampai 50 ml/kg pada usia menjelang kelahiran. Cairan dalam paru-paru janin berasal dari jaringan paru-paru dan berkontribusi terhadap volume cairan ketuban. Volume produksi berkisar dari 2 ml/kg perjam pada awal kehamilan dan meningkat menjadi 5 ml/kg perjam pada masa akhir kehamilan. Cairan paru-paru berkontribusi 1/3 sampai 1/2 dari total cairan ketuban. Cairan paru-paru secara bertahap bergerak naik ke trakea, ditelan atau masuk ke cairan ketuban yang ada disekitar janin. Volume cairan paru janin diatur oleh laring, yang bertindak sebagai katup satu arah, sehingga dalam keadaan normal cairan paru-paru hanya dan menciptakan tekanan gradien sekitar 1cm H₂O antara lumen saluran napas dan cairan ketuban sehingga distensi paru-paru tetap terjaga. Distensi ini penting untuk pertumbuhan paru-paru, dan penurunan jumlah cairan paru janin (yang

tercermin sebagai oligohidramnion) dapat mengakibatkan hipoplasia paru (Uinarni H, 2019).

II.4. SINTESIS DAN METABOLISME SURFAKTAN

Biosintesis surfaktan dimulai kira-kira pada minggu ke 16-24 kehamilan. Pembentukan dan proses mempertahankan lapisan permukaan dilakukan melalui sistem metabolik yang kompleks, meliputi sintesis, penyimpanan intraseluler, sekresi, pembentukan lapisan permukaan, dan pembentukan sisa partikel untuk kemudian di ambil dan di pecah atau di daur ulang. Sel yang melakukan sintesa ini adalah sel tipe II alveolus. Sintesa surfaktan terjadi didalam retikulum endoplasmik dari sel pneumosit tipe II dengan substrat dasar glukose fosfat dan asam lemak. Sintesa ini melibatkan berbagai enzim untuk membentuk fosfatidilkolin jenuh sebagai fofolipid utama. Substrat untuk sintesa surfaktan, seperti glukosa dan asam lemak diambil dari darah dan masuk melalui endotel kapiler dengan proses difusi, setelah melalui kompleks golgi, sintesis DPPC dilanjutkan di retikulum endoplasmik didalam sel alveolus tipe II. DPPC dan protein hidrofobik seperti SP-B dan SP-C dibungkus dalam badan lamelar, yang merupakan granula penyimpanan dan granula sekresi, yang terdapat dalam sel tipe II. Badan lamelar ini merupakan simpanan surfaktan intraseluler. (Rodriguez Dkk,2006)



Gambar 7. sintesis dan metabolisme surfaktan paru

II.5. PERAN SURFAKTAN DALAM PARU-PARU

Surfaktan merupakan zat aktif pada permukaan udara-air di alveoli yang berfungsi untuk merendahkan tegangan permukaan alveolus sehingga tidak terjadi kolaps dan mampu untuk menahan sisa udara fungsional pada akhir ekspirasi. Kurangnya surfaktan merupakan penyebab terjadinya atelektasis secara progresif dan menyebabkan meningkatnya distress pernapasan pada 24-48 jam paska lahir. (Uinarni H, 2019).

Alveoli yang mengalami atelektasis, pembentukan membrane hialin, dan edema interstitial mengurangi fungsi paru-paru yang sebenarnya. Normalnya, dibutuhkan tekanan yang lebih tinggi untuk mengembangkan saluran udara dan alveoli kecil. Dinding bagian bawah tertarik karena diafragma turun dan tekanan intratorakal yang negatif sehingga membatasi

jumlah tekanan intratorakal yang dapat diproduksi. Semua hal tersebut menyebabkan terjadinya atelektasis. Dinding dada bayi prematur yang memiliki tekanan tinggi memberikan tahanan rendah dibandingkan bayi matur (Uinarni H, 2019).

II.6. DARI CAIRAN MENUJU UDARA

Sebelum lahir, paru-paru dipenuhi oleh cairan amnion dan surfaktan. Jumlah surfaktan dalam cairan meningkat terutama 2 minggu sebelum lahir. Sesaat sebelum lahir, gerakan bernapas janin sudah ada dan dapat menyebabkan aspirasi cairan amnion (Uinarni H, 2019).

Saat lahir melalui jalan lahir, rongga dada janin terkompresi, banyak cairan ini dikeluarkan, sebagian tersisa, namun dengan cepat diserap oleh tubuh segera setelah lahir. Cairan paru diserap oleh pembuluh darah kapiler, dan saluran limfe, sebagian kecil dikeluarkan melalui trakea dan bronkus selama proses kelahiran. Saat cairan diserap dari sakus alveolaris, surfaktan tetap mengendap sebagai lapisan fosfolipid di membran sel alveolus. Inhalasi pertama terjadi dalam 10 detik setelah lahir dan tidak hanya berfungsi sebagai inspirasi pertama, tetapi juga bertindak untuk mengembangkan paru-paru. Surfaktan paru sangat penting untuk terjadinya inflasi paru-paru, karena surfaktan akan mengurangi tegangan permukaan alveoli. Kelahiran prematur usia sekitar 26 minggu sering menyebabkan gangguan pernapasan berat

karena produksi surfaktan belum optimal dan permukaan untuk pertukaran gas belum terbentuk secara memadai. Oleh karena itu, kelangsungan hidup rendah pada bayi usia ini (Uinarni H, 2019).

II.7. FUNGSI SISTEM PERNAPASAN DAN KAITANNYA DENGAN FUNGSI KARDIOVASKULER

Selama dalam uterus, janin mendapatkan oksigen dari pertukaran gas melalui plasenta. Setelah bayi lahir, pertukaran gas harus melalui paru-paru. Faktor yang berperan pada rangsangan napas pertama bayi adalah:

1. Hipoksia pada akhir persalinan dan rangsangan fisik lingkungan luar rahim yang merangsang pusat pernapasan di otak.
2. Tekanan terhadap rongga dada, yang terjadi karena kompresi paru-paru selama persalinan. Interaksi antara sistem pernapasan, kardiovaskuler, dan saluran saraf pusat menimbulkan pernapasan teratur dan berkesinambungan yang diperlukan untuk kehidupan.
3. Penimbunan karbondioksida (CO₂), setelah bayi lahir, kadar CO₂ meningkat dalam darah dan akan merangsang pernapasan. Berkurangnya O₂ akan mengurangi gerakan pernapasan janin, tetapi sebaliknya kenaikan CO₂ akan menambah frekuensi dan tingkat gerakan pernapasan janin.

4. Perubahan suhu, keadaan dingin akan merangsang pernapasan.

II.8. ADAPTASI NEONATUS

Bayi baru lahir harus mempunyai sistem organ dengan anatomi dan fungsi yang optimal agar dapat memperoleh dan mempertahankan eksistensi fisik dan terpisah dari ibunya. Perubahan fisiologi dan psikososial yang besar terjadi pada saat bayi lahir (Uinarni H, 2019).

II.8.1. ADAPTASI FISIK DAN PERILAKU NEONATUS

Adaptasi fisik dan perilaku bayi baru lahir dalam 24 jam pertama merupakan masa transisi yang kritis bagi neonatus. Dalam 1 menit pertama setelah dilahirkan secara normal bayi baru lahir beradaptasi dengan mandiri, kemampuan mendapatkan oksigen dan melanjutkan proses kehidupan. Pada fase transisi dari lingkungan yang hangat, gelap, penuh air ke dunia luar yang penuh dengan cahaya lampu, suara dan rangsangan taktil. Adaptasi segera setelah lahir dan kebutuhan untuk dukungan lanjutan. Adaptasi fisiologis utama yang diperlukan neonatus adalah kemampuan untuk bernapas. Kemampuan ini tergantung pada beberapa faktor yang berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan selama masa janin. Dalam mempersiapkan fungsi sistem pernapasan pada saat kelahiran, janin secara normal mulai bernapas saat bergerak dalam uterus menuju jalan lahir. Paru-paru

mengembang sempurna dengan adanya surfaktan yang optimal. Bayi baru lahir juga harus memiliki sistem saraf pusat yang optimal untuk memulai dan mengkoordinir usaha pernapasan yang dipengaruhi oleh rangsangan mekanik, kimia, sensoris, dan rangsangan thermal (Uinarni H, 2019).

II.9. BAYI

Berdasarkan usia gestasi janin dan kelahirannya maka bayi baru lahir dibagi menjadi lahir prematur dan lahir matur (Uinarni H, 2019).

II.9.1. BAYI LAHIR PREMATUR

Bayi dikatakan lahir prematur, jika lahir dengan usia gestasi kurang dari 37 minggu atau kurang dari 9 bulan. Kelahiran prematur terutama yang lahir sebelum mencapai usia 32 minggu adalah salah satu penyebab utama berbagai masalah kesehatan pada bayi setelah kelahiran. Masalah-masalah tersebut muncul, sebagian besar disebabkan belum matangnya fungsi-fungsi organ bayi yang dilahirkan prematur dan juga faktor infeksi terkait dengan ketahanan tubuh bayi yang rendah (Uinarni H, 2019).

II.9.2. BAYI NORMAL DAN MASA NEONATUS

Massa neonatus adalah usia anak dari sejak lahir sampai dengan 4 minggu (0-28 hari). Perkembangan anak tidak hanya dimulai dari masa neonatus, namun sejak dalam kandungan. Ciri-ciri anak bayi baru lahir yang normal sebagai berikut:

- a. Berat badan 2500-4000 gram
- b. Panjang badan lahir 47-52cm
- c. Lingkar kepala 32-37cm
- d. Lingkar dada 30-35 cc
- e. Lingkar perut bervariasi sekitar 3,5 cm dalam satu kali pemberian makan siklus pada bayi prematur normal
- f. Denyut jantung normal bayi baru lahir adalah 70 hingga 190 kali/menit (biasanya 120–160 denyut/menit saat terjaga, >170 kali/menit dengan aktivitas atau menangis, dan menurun menjadi 70–90 kali/menit saat tertidur).
- g. Pernapasan normal pada bayi yang baru lahir adalah 30- 60 kali / menit.
- h. Suhu aksila normal pada bayi yang baru lahir berkisar antara 36,5–37,4°C.
- i. Lanugo sudah tidak terlihat lagi
- j. Kulit sedikit merah, terdapat lemak, vernik caseosa

- k. Pada alat kelamin/genitalia bayi perempuan : labio mayora sudah menutupi labia minora
- l. Pada bayi laki-laki, testis sudah turun ke skrotum

II.9.3. ADAPTASI BAYI

Ada empat penyesuaian utama yang harus dilalui sebelum anak dapat memperoleh kemajuan optimal, yaitu:

1. Perubahan suhu dalam rahim ibu dengan suhu lingkungan
2. Perubahan pernapasan, sebelum lahir bayi 'bernapas' melalui plasenta dan setelah lahir bernapas dengan paru-paru
3. Menghisap dan menelan sebagai cara untuk memperoleh makanan yang semula dari plasenta melalui tali pusat.
4. Cara pembuangan melalui organ-organ sekresi yang mana sebelum lahir umumnya melalui plasenta dan tali pusat.

II.10. DEFENISI

Hyaline Membrane Disease (HMD) merupakan sindrom gawat napas yang disebabkan defisiensi surfaktan yang dihasilkan oleh sel alveolar tipe 2 terutama pada bayi yang lahir dengan massa gestasi yang kurang (22-35 minggu). Hal ini menjadi suatu keadaan dimana kantung udara (alveoli) pada paru-paru bayi tidak dapat terbuka akibat tingginya tegangan permukaan akibat kekurangan surfaktan dimana surfaktan dihasilkan oleh sel-sel didalam alveoli yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan. Kondisi ini menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas pada bayi preterm. (Asril Dkk,1991).

Deskripsi HMD pertama kali dilaporkan pada tahun 1967, Selanjutnya, beberapa definisi HMD digunakan pada awal 1980-an yang memerlukan setidaknya empat gambaran klinis dasar, tiga di antaranya didasarkan pada kriteria fisiologis dan radiografi yang diadaptasi dari rangkaian kasus asli seperti hipoksemia (tingkat keparahan yang bervariasi), penurunan kepatuhan sistem pernapasan dan kelainan radiografi dada (seringkali dengan tipe dan derajat yang belum ditentukan). Kriteria diagnostik keempat biasanya adalah penilaian tekanan oklusi arteri pulmonalis 18 mmHg atau kurang dengan menggunakan kateter arteri pulmonalis. HMD disebut juga sindroma gawat napas tipe 1, yaitu gawat napas pada bayi kurang bulan. Menurut *European Consensus Guidelines on the Management of Neonatal respiratory distress*

syndrome in Preterm infants – 2010 Update, HMD terjadi segera atau beberapa saat setelah lahir (4-6 jam), ditandai adanya kesulitan bernapas (pernapasan cuping hidung, dispnue atau takipnue), retraksi (suprasternal, interkostal, atau epigastrium), sianosis, suara merintih saat ekspirasi, yang menetap dan menjadi progresif dalam 48-96 jam pertama kehidupan serta pada pemeriksaan radiologi ditemukan pola retikulogranuler yang uniform, gambaran ground glass appearance dan air bronchogram, umumnya dapat disertai dengan peningkatan diuresis. Pengenalan riwayat kehamilan, riwayat persalinan, serta intervensi dini dalam pencegahan, diagnostik dan penatalaksanaan penderita dapat membantu menurunkan angka kematian penyakit. (Utami S Dkk,2016)

II.11. INSIDEN DAN EPIDEMIOLOGI

Hyaline Membrane Disease merupakan salah satu penyebab kematian pada bayi baru lahir. Kurang lebih 30 % dari semua kematian pada neonatus.

Angka kejadian penyakit ini sebenarnya sulit ditentukan karena diagnosis pasti hanya dapat ditegakkan melalui autopsi. Insiden dan beratnya HMD bergantung pada usia gestasional. Tingkat kejadian adalah 80% pada bayi <28 minggu kehamilan, 60% pada 29 minggu, 15-30% pada 32-34 minggu, dan menurun dengan kematangan menjadi 5% pada 35-36 minggu. Dengan demikian, tingkat kejadian HMD diperkirakan 80% untuk bayi dengan berat <750gr saat lahir dan 55% untuk bayi dengan berat 750-1000g. Namun,

dalam beberapa tahun terakhir, dengan penerapan kortikosteroid antenatal dan surfaktan paru di ruang bersalin, HMD yang khas dan berat pada bayi prematur mengalami penurunan. Kesadaran yang lebih besar tentang HMD telah menyebabkan diagnosis yang lebih sering pada neonatus yang cukup bulan. Bouziri et al menemukan bahwa HMD menyumbang 6,8% dari kasus gangguan pernapasan pada bayi cukup bulan atau kurang bulan. (Liu J Dkk, 2014)

Secara internasional, HMD dilaporkan terjadi pada seluruh dunia yang setiap tahunnya diperkirakan 4 juta bayi meninggal pada tahun pertama kehidupannya dan dua pertiganya meninggal pada bulan pertama kehidupan. Hasil Riskesdas 2007 menunjukkan bahwa 78,5% dari kematian neonatal terjadi pada umur 0-6 hari (masa neonatal). Kematian neonatal juga berkontribusi besar terhadap AKB yaitu sebanyak 59%. (Febri M Dkk, 2017).

Di USA, HMD terjadi sekitar 20.000-30.000 bayi yang lahir setiap tahunnya, dan merupakan komplikasi dari 1% kehamilan. Sekitar 50% dari bayi baru lahir pada masa kehamilan 26-28 minggu berkembang menjadi HMD, sebaliknya <30% dari bayi prematur yang lahir pada masa kehamilan 30-31 minggu berkembang menjadi HMD. Indonesia dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2020 menargetkan adanya penurunan angka kematian bayi (AKB) menjadi 22 per 1000 kelahiran hidup. Berdasarkan hasil sementara Survei Penduduk Antar Sensus (SUPAS) tahun 2015, AKB di

Indonesia mencapai 22 per 1000 kelahiran hidup. Meskipun mengalami penurunan tetapi jumlah tersebut terbilang cukup tinggi dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya.

Mlay dan Maitji (2000) menemukan bahwa HMD lebih banyak pada laki-laki daripada perempuan serta Bindle et al. (2003) melaporkan bahwa rasio antara laki-laki dan perempuan dalam HMD adalah 2,8:1. Sedangkan berdasarkan proses persalinan, penelitian yang dilakukan oleh Levine et al. (2001) menemukan bahwa bayi baru lahir yang dilahirkan dengan operasi caesar memiliki peningkatan lima kali lipat dalam kejadian gangguan pernapasan dan persistent pulmonary hipertensi dibandingkan dengan yang dilahirkan melalui vagina. Levine et al. (2001) yang melaporkan hasil-hasil penelitian *Neonatal Research Network of National Institute of Child Health and Human Development* (NICHD) dan Hamvas (2006) yang menyatakan bahwa skor apgar normal pada HMD. Vidyasagar et al. (1977) menyatakan bahwa Skor Down <4 = tindak lanjut, 4–7 = gangguan pernapasan klinis dan perlu pemantauan gas darah arteri sementara skor Down > 7 = kegagalan pernapasan. Wells et al. (2005) menemukan bahwa Analisis Gas Darah menunjukkan asidosis respiratorik dan metabolik dengan hipoksemia, asidosis respiratorik karena atelektasis alveolar dan / atau distensi saluran udara terminal yang berlebihan (Abdelsadek A Dkk,2015).

II.12. ETIOLOGI

Berbagai teori telah dikemukakan sebagai penyebab HMD. Pembentukan substansi surfaktan paru yang kurang sempurna dalam paru, merupakan salah satu teori yang banyak dianut.

Pada bayi prematur, selain defisiensi surfaktan, otot napas lemah dapat menyebabkan kolaps alveolar. Hal ini menurunkan keseimbangan ventilasi dan perfusi, lalu terjadi pirau di paru dengan hipoksemia arteri progresif yang dapat menimbulkan asidosis metabolik. Hipoksemia dan asidosis menimbulkan vasokonstriksi pembuluh darah paru dan penurunan aliran darah paru.

Adapun beberapa faktor risiko pada HMD antara lain :

1. Umur gestasi yang kurang
2. Asfiksia dan hipoksia pada perinatal
3. Ibu dengan DM
4. Kehamilan dengan lebih dari 1 fetus
5. Persalinan yang dipercepat
6. Ibu dengan Riwayat melahirkan bayi dengan HMD sebelumnya
7. Pecahnya ketuban dalam waktu yang lama
8. Hal-hal yang mengakibatkan stress janin seperti ibu dengan riwayat hipertensi/ drug abuse, atau infeksi kongenital kronik

9. Sering pada bayi prematur laki-laki atau bayi kulit putih.

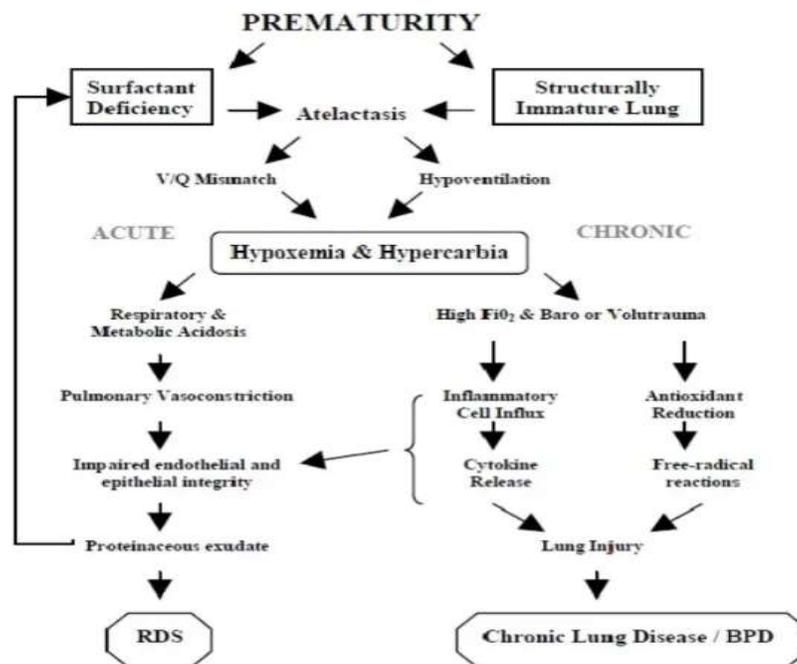
Insidensinya berkurang pada pemberian steroid / thyrotropin releasing hormon pada ibu (Febri M Dkk,2017).

II.13. PATOFISIOLOGI

HMD merupakan suatu keadaan dimana paru secara anatomis maupun fisiologis imatur. Secara anatomis, paru tidak mampu melakukan ventilasi secara adekuat karena alveolus tidak berkembang dengan baik sehingga permukaan area untuk terjadinya pertukaran gas kurang. Pada HMD juga terdapat ketidaksempurnaan kapiler paru, serta banyak terdapat mesenkim interstisial sehingga memperjauh jarak antara alveolus dan membrane sel endothelial (Whitsett JA Dkk,2005)

Kurangnya pembentukan atau pelepasan surfaktan, alat pernapasan yang kecil, dan berkurangnya tekanan dinding dada, menimbulkan atelektasis, menyebabkan alveoli melakukan perfusi namun tidak melakukan ventilasi, sehingga menimbulkan hipoksia. Berkurangnya tekanan paru-paru, volume tidal yang kurang, bertambahnya ruang paru yang mengalami patologis, bertambahnya usaha bernafas dan tidak cukupnya ventilasi alveoli menimbulkan hiperkapni. Kombinasi hiperkapni, hipoksia dan asidosis menimbulkan vasokonstriksi arteri pulmonal sehingga meningkatkan pirau dari kanan ke kiri melalui foramen ovale, ductus arteriosus dan melalui paru sendiri.

Aliran darah paru berkurang dan jejas iskemik pada sel yang memproduksi surfaktan dan bantalan vaskuler menyebabkan efusi protein ke rongga alveoli.



Skema 1. Bagan Patofisiologi Respiratory distress syndrome.

Secara singkat dapat diterangkan bahwa didalam tubuh terjadi lingkaran setan yang terdiri dari : atelektasis -> hipoksia -> asidosis -> transudasi -> penurunan aliran darah -> hambatan pembentukan substansi surfaktan -> atelektasis. Hal ini terus berlangsung sampai terjadi penyembuhan atau kematian bayi. (buku kesehatan anak jilid 3)

II.14. GAMBARAN DAN GEJALA KLINIS

HMD mungkin terjadi pada bayi prematur dengan berat badan 1000-2000gram pada masa gestasi 30-36 minggu. Jarang ditemukan pada bayi dengan berat badan lebih dari 2500 gram. Sering disertai dengan riwayat asfiksia pada waktu lahir atau tanda gawat bayi pada akhir kehamilan. Tanda gangguan pernapasan mulai tampak dalam 4-6 jam pertama setelah lahir dan gejala yang karakteristik mulai terlihat pada umur 24-72 jam. Bila keadaan membaik, gejala akan menghilang pada akhir minggu pertama (Buku kesehatan anak jilid 3).

Gangguan pernapasan pada bayi terutama disebabkan oleh atelektasis dan perfusi paru yang menurun. Keadaan ini memperlihatkan gambaran klinis seperti dyspneu atau hyperpneu, sianosis karena saturasi O₂ yang menurun retraksi suprasternal, reaksi interkostal dan expiratory grunting. Selain tanda gangguan pernapasan, ditemukan gejala lain misalnya bradikardia (sering ditemukan pada penderita HMD berat), hipotensi, cardiomegaly, pitting edema terutama didaerah dorsal tangan/kaki, hipotermia, tonus otot yang menurun, gejala sentral bisa terlihat bila terjadi komplikasi (Hilles M dkk,2017)

Pada neonatus yang mengalami gangguan pernapasan, ada beberapa sistem skoring yang digunakan. Sistem Skoring yang saat ini digunakan adalah Downs Score yang sangat komprehensif dan dapat digunakan untuk semua usia kehamilan.



Figure 8. Clinical features of neonatal respiratory distress. Drawing depicts a representative preterm newborn with RDS exhibiting subcostal and intercostal retractions, nasal flaring, and circumoral cyanosis. (Illustration by Aletta Ann Frazier, MD, Department of Radiologic Pathology, Armed Forces Institute of Pathology.)

Gambar 8. Gejala Klinis HMD

Tabel 2 Skor Downe

Skor	Frekuensi Napas (x/m)	Sianosis	Udara Masuk	Merintih	Retraksi
0	<60	Tidak sianosis	Udara masuk	Tidak ada	Tidak ada
1	60-80	Sianosis hilang dengan O ₂	Penurunan ringan udara masuk	Dapat didengar dengan stetoskop	Ringan
2	>80	Sianosis menetap walaupun diberikan oksigen	Tidak ada udara masuk	Dapat didengar tanpa alat bantu	Berat

Intepretasi: ≤ 3 : distres napas ringan
 4-5 distres napas sedang
 ≥ 6 distres napas berat

Tabel 1. Scoring Downes

II.15. PEMERIKSAAN PENUNJANG

A. PEMERIKSAAN LABORATORIUM:

- 1) Analisa gas darah menunjukkan asidosis respiratorik maupun metabolik dengan hipoksia.
 - i. Asidosis respiatorik terjadi karena atelektasis dari alveolus dan/atau dilatasi yang berlebihan dari saluran bronchiolus terminalis
 - ii. Asidosis metabolik berasal dari asidosis asam laktat yang dihasilkan dari rendahnya perfusi jaringan dan metabolisme anaerobic
 - iii. Hipoksia terjadi dari darah yang right-to-left shunting melewati pembuluh darah paru seperti pada PDA ataupun pada foramen ovale
- 2) Pemeriksaan hematokrit atau hemoglobin yang diperlukan untuk pemilihan jenis cairan apabila bayi menderita syok.
- 3) Kadar gula darah dimonitor secara ketat untuk menentukan adekuatnya dari pemberian infus dextrose.
- 4) Pemeriksaan penanda infeksi meliputi pemeriksaan sel darah lengkap, trombosit, kultur darah, kultur cairan amnion dan urin untuk menyingkirkan adanya early onset sepsis.

- 5) Kadar elektrolit diperiksa setiap 12 sampai 24 jam untuk menentukan pemberian cairan parenteral
- 6) Kadar kalsium darah diperiksa setiap hari karena hipokalsemia biasa terjadi pada bayi preterm atau menderita asfiksia.
- 7) Pulse oximetry digunakan sebagai pemeriksaan laboratorium noninvasif untuk memonitor saturasi oksigen.

B. UJI KEMATANGAN PARU

Tes Biokimia (Rasio Lechitin-Spyngomyelin)

Paru-paru janin berhubungan dengan cairan amnion, maka jumlah fosfolipid dalam cairan amnion dapat untuk menilai produksi surfaktan sebagai tolak ukur kematangan paru dengan cara menghitung rasio lesitin dibandingkan sfingomyelin dari cairan amnion.

Gluck Dkk menemukan bahwa L/S untuk kehamilan normal adalah $<0,5$ pada saat gestasi 20 minggu dan mengalami peningkatan secara bertahap. Rasio L/S=2 dicapai pada usia gestasi 35 minggu dan secara empiris disebutkan bahwa RDN tidak mungkin terjadi bila rasio L/S >2 . Dengan rasio 1,5-1,9, ada kemungkinan bahwa 50% bayi dapat berlanjut ke HMD. $<1,5$ resiko meningkat sampai 73%. Adanya mekonium dapat mempengaruhi hasil interpretasi dari hal tersebut.

C. TES KOCOK (SHAKE TEST)

Salah satu uji sederhana yang dapat dilakukan untuk mengetahui maturitas paru adalah dengan melakukan tes kocok (*shake test*). Menurut Clemet (1972) uji kocok merupakan suatu uji diagnostik yang menggunakan cairan lambung bayi baru lahir bersama etanol 96% dengan pengenceran tertentu untuk mengetahui kematangan dan kemampuan paru dalam memproduksi surfaktan dengan terlihatnya gelembung udara yang membentuk cincin yang menutupi permukaan cairan didalam lambung. Alasan penggunaan cairan lambung dalam tes ini yaitu karena surfaktan diproduksi sel-sel epitel saluran napas dan dilepas kesaluran napas(cairan paru), paru bayi berhubungan dengan air ketuban. Didalam kandungan, bayi menelan air ketuban yang dibuktikan dengan keasaman PH antara air ketuban dan cairan lambung (Prawirohartono Dkk,1991).

Dari aspirasi lambung dapat dilakukan tes kocok. Aspirasi lambung diambil melalui nasogastric tube pada neonatus sebanyak $\pm 0,5$ ml, kemudian ditambahkan 0,5ml alkohol 96%, dicampur didalam tabung 4ml, kemudian dikocok selama 15 detik lalu didiamkan selama 15 menit.

Adapun pembacaan hasil sebagai berikut:

- 1) Positif bila terjadi gelembung udara yang membentuk cincin diatas permukaan cairan didalam tabung reaksi. Artinya surfaktan pada cairan dalam jumlah yang cukup.
- 2) Negatif bila tidak terlihat adanya gelembung, artinya tidak terdapat surfaktan didalam cairan aspirasi dan kemungkinan bayi menderita HMD sangat besar.
- 3) Ragu bila terdapat gelembung tetapi tidak terbentuk cincin, artinya waspada terhadap kemungkinan HMD.

D. PEMERIKSAAN RADIOLOGI

Pemeriksaan radiologi memiliki peran yang penting dalam menentukan diagnosa untuk menentukan penanganan selanjutnya. Radiologi konvensional, foto thorax sering menjadi modalitas utama dan tidak jarang hanya dengan foto thorax saja sudah cukup untuk menentukan diagnosa secara radiologi, apalagi untuk melaksanakan pemeriksaan radiologi canggih seperti CT, MRI perlu pertimbangan efek radiasi dan proses yang rumit bagi neonatus.

D.1. RADIOGRAPHY THORAX

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Vergine et al menemukan bahwa CXR memiliki sensitivitas dan spesifisitas masing-masing 91% dan 84% saat seorang radiolog tidak mengetahui hasil tes klinis. Morris menyarankan gambaran radiologis berkorelasi baik dengan keparahan penyakit klinis, atelektasis diwakili oleh penampilan granular halus bilateral atau 'ground glass' appearance sehingga tingkat penyakit sesuai dengan tingkat opasitas paru-paru. Berkurangnya ekspansi paru, dilatasi bronkiolus, dan air bronchogram juga dapat tergantung pada stadium penyakit (Hilles M dkk,2017).

Foto thorax pada neonatus yang dicurigai menderita HMD dilakukan sebelum 6 jam kelahiran dimana pada waktu ini gambaran radiologi yang dihasilkan sangat mewakili diagnosis suatu HMD serta dapat juga menentukan derajat dari HMD itu sendiri (Abdelsadek A Dkk,2015).

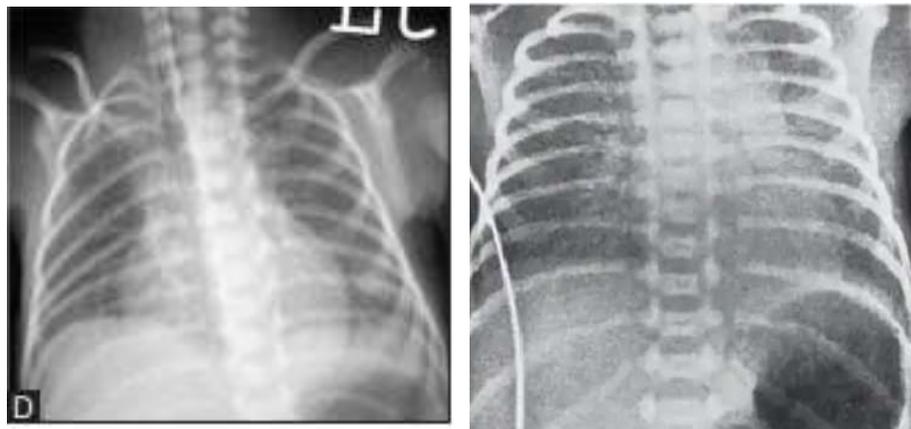
Lebih lanjut untuk penggunaan diagnostik, foto thorax digunakan untuk mengkonfirmasi posisi tabung endotrakeal (ETT), neonatus dengan HMD berat sering menerima tekanan saluran udara positif terus menerus (CPAP) untuk meningkatkan ventilasi

dan oksigenasi serta memfasilitasi pemberian surfaktan intratrakeal. Konfirmasi posisi ETT meminimalkan kerusakan paru-paru yang disebabkan oleh malposisi. Radiografi thoraks melibatkan paparan radiasi pengion. Neonatus, karena ukurannya yang kecil dan kedekatan jaringan dan organ radiosensitif, berada pada risiko yang lebih besar dari efek laten dari foto thorax dibandingkan dengan kelompok usia lainnya (Hilles M dkk,2017).

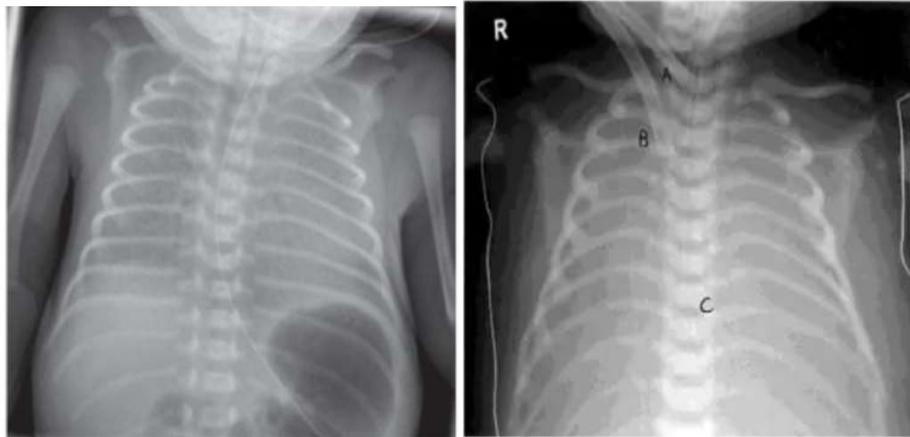
Gambaran radiologis HMD bervariasi dari ringan sampai berat yang ditandai dengan volume paru yang berkurang, sekunder dari microcollaps. Bayangan retikulogranuler (*ground glass appearance*), difus, terdistribusi bilateral dan simetris. Tampak air bronchogram sign yang mendemonstrasikan patensi bronchus didalam paru-paru yang abnormal yang pada tahap awal tidak terlalu banyak gambaran air bronchogram yang tampak, karena bronkus utama terletak lebih ke anterior bagian paru, sering disertai efusi pleura (Boedjang N, 2011).

Bomsel membagi gambaran foto thoraks HMD menjadi 4 derajat:

- a. Derajat I (ringan) : Pola retikulogranular (*ground glass appearance*)
- b. Derajat II (ringan-sedang): seperti derajat I disertai gambaran *air bronchogram*.
- c. Derajat III (sedang-berat): seperti derajat II disertai batas jantung kabur.
- d. Derajat IV (berat): *white lung appearance*.



Gambar 9. HMD dengan gambaran ground glass appearance (kiri) dan *air bronchogram* (kanan)



Gambar 10. HMD dengan gambaran batas jantung-paru kabur (kiri) dan *white lung appearance* (kanan)

Selama perawatan, diperlukan foto thorax serial dengan interval sesuai indikasi. Pada pasien dapat ditemukan pneumothoraks sekunder karena pemakaian ventilator atau terjadi bronchopulmonary displasia (BPD) setelah pemakaian ventilator jangka panjang.

Bober et al. (2006) menemukan dalam penelitian mereka bahwa radiografi toraks telah dianggap sebagai alat diagnostik standar untuk RDS. Dalam praktik klinis, ada kebutuhan terus menerus untuk mengekspos neonatus dengan radiasi roentgen untuk mengevaluasi efektivitas terapi yang diberikan dan ini membawa risiko efek samping jangka panjang. Terlebih lagi dalam beberapa keadaan klinis, rontgen dada tidak berguna untuk membuat diagnosis akhir (Abdelsadek A Dkk,2015).

D.2. ULTRASONOGRAFI THORAX

Ultrasonografi paru-paru (LUS) baru-baru ini muncul sebagai alat diagnostik yang menjanjikan dengan penelitian yang melaporkan hasil yang akurat dalam diagnosis HMD dan penyakit paru neonatal lainnya. Kehadiran artefak telah diakui sebagai penanda klinis yang berguna untuk menunjukkan normal atau abnormal dari paru-paru. Peningkatan kadar cairan dalam paru-paru yang sakit dan tidak adanya celah udara yang diisi secara normal antara pleura dan interstitium paru memberikan media propagasi untuk transmisi ultrasonografi dan demonstrasi jaringan paru-paru (Hilles M dkk,2017)

Division of Perinatology of the Society of Chinese Pediatrics dan Division of Neonatal Ultrasound Society of the Chinese Neonatologist Association yang dikombinasikan dengan Chinese College of Critical Ultrasound telah menyelenggarakan panel pakar internasional untuk meninjau publikasi terbaru tentang LUS neonatal. Panel merangkum pendapat para ahli ini dan mengembangkan protokol LUS yang ada dan pedoman untuk penggunaannya. Tujuan utama dipopulerkannya aplikasi Point of Care LUS di NICU adalah mengurangi penggunaan foto thorax sehingga menghindari potensi bahaya radiasi. Sebagai teknik pencitraan real-time, LUS mudah digunakan, mudah dipelajari, dan mudah ditiru dengan pelatihan yang sesuai (Liu J,2019)

Pada pasien di NICU penggunaan USG sangat diutamakan dalam menilai paru-paru. Menurut Daniel A Lichtenstein, *ultrasound to be considered as a reasonable bedside 'gold standard' in the critically ill*, dengan beberapa prinsip USG paru-paru:

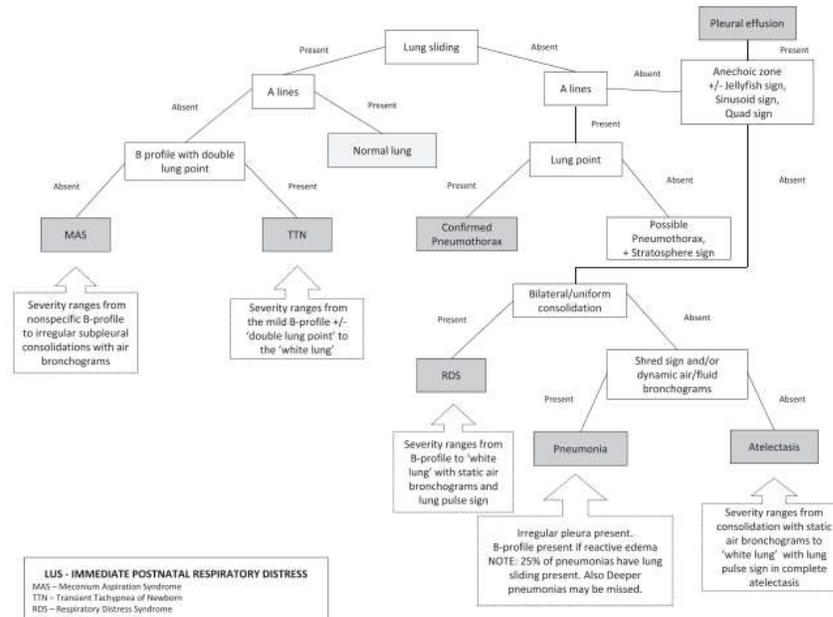
1. Pada kondisi kritis, penilaian organ paru-paru paling baik diperiksa dengan peralatan sederhana yaitu dengan alat USG.
2. Dalam rongga thorax, gas dan cairan mempunyai lokasi yang berlawanan, atau bercampur dengan proses patologis, yang akan menghasilkan artefak.
3. Paru-paru adalah organ yang paling aktif
4. Semua *sign* timbul dari garis pleura
5. Tanda-tanda statis membentuk artefak
6. Paru-paru adalah salah satu organ vital
7. Hampir semua penyakit kritis (gangguan pernapasan) tergambar pada garis pleura, sehingga dapat dijelaskan dengan USG paru-paru.

Secara umum, Ultrasonografi (USG) adalah modalitas pemeriksaan radiologi yang menggunakan gelombang ultrasound, yaitu gelombang suara diatas ambang dengar manusia (>20.000 Hz). (Moore dkk, 2011).

Jika ultrasonografi thoraks akan digunakan sebagai investigasi lini pertama untuk HMD, itu harus dilakukan segera setelah lahir secara berurutan untuk memaksimalkan hasil kesehatan yang lebih baik. (Hilles M dkk,2017).

Prinsip Ultrasonografi

Penggunaan USG paru-paru mulai diperkenalkan oleh Prof.Dr.Daniel Lichtenstein (1990-an), seorang intensivis medis di ICU. D Kurepa et al mengembangkan suatu algoritma untuk meninjau literatur LUS neonatal yang berfungsi sebagai pedoman untuk aplikasi LUS pada populasi neonatal. Tujuannya adalah untuk membantu dengan lebih baik ahli neonatologi menerima penggunaan ultrasonografi sebagai sebuah modalitas diagnostik yang belum banyak diaplikasikan.



Skema 2. Algoritma Distress Pernapasan Segera Neonatus

Persiapan pemeriksaan Ultrasonografi

1. Pemilihan Probe.

Saat ini dikenal tiga macam jenis transduser yang dikenal, yaitu linier array, curve linier (convex) array, dan phased array. Frekuensi yang biasa digunakan dalam pemeriksaan ultrasonografi pada neonatus sekitar 5MHz- 12MHz. Menurut Jing Liu dkk, pada pasien neonatus dapat dipilih probe linear frekuensi tinggi ($\geq 9,0$ MHz) untuk ultrasonografi thoraks. Probe linear frekuensi tinggi digunakan untuk memastikan resolusi yang lebih tinggi terutama pada bayi dengan usia kehamilan lebih rendah atau dengan berat lahir lebih rendah. Ketika penetrasi tidak cukup, kurangi frekuensi atau ubah ke probe liner frekuensi yang lebih rendah. Jika tidak ada probe linear yang sesuai,

pertimbangkan untuk menggunakan probe convex array frekuensi tinggi ($\geq 8,0$ MHz) (Liu J dkk, 2019).

2. Posisi Bayi

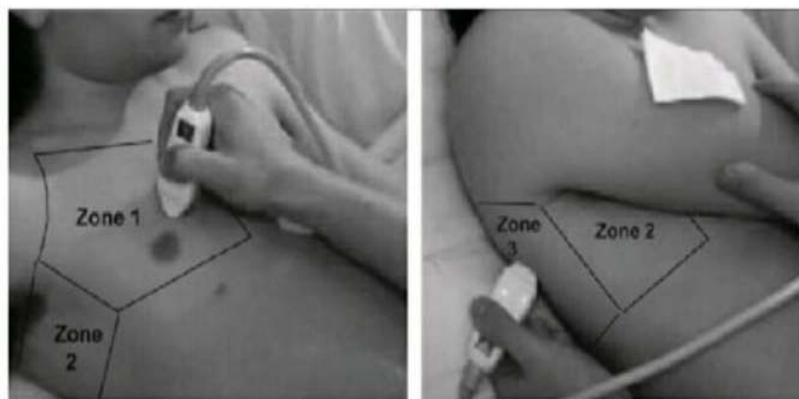
Beberapa persiapan posisi bayi yang dilakukan ketika akan melakukan USG thorax yaitu:

- a) Jaga bayi dalam kondisi tenang.
- b) Membedong bayi yang memaparkan hanya area yang akan diperiksa.
- c) Tempatkan bayi pada posisi terlentang, tengkurap atau miring sebelum dan selama proses pemeriksaan.

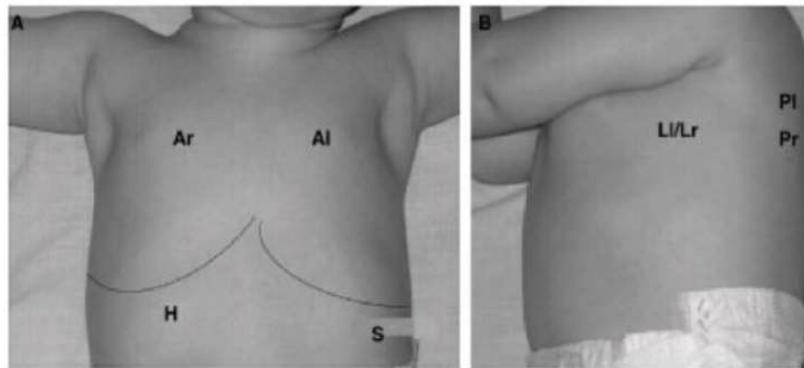
Adapun catatan yang perlu diperhatikan adalah secara umum, tidak direkomendasikan penggunaan obat penenang sementara penggunaan dot dianjurkan. Posisi telentang nyaman untuk pemindaian dada anterior dan lateral. Posisi tengkurap atau samping nyaman untuk pemindaian punggung dan dada lateral (Jiu L Dkk, 2019).

Beberapa posisi dan penempatan probe pada pemeriksaan paru-paru pasien anak dapat bervariasi. (Gambar 14) (Uinarni, 2015).

Pada pasien anak-anak, posisi saat pemeriksaan USG paru-paru dapat dilakukan semi-erect atau supine, area masing-masing hemithorax dibagi menjadi 3 zona. Zona 1 (dinding anterior thoraks), zona 2 (dinding lateral) dan zona 3 (dinding posterolateral). Masing-masing zona dibagi lagi menjadi dua yaitu bagian atas dan bagian bawah (Gambar 11 dan 12) sehingga semuanya ada 6 area yang akan dievaluasi. Lin Jiu Dkk juga membagi dalam 12 area di kedua sisi paru-paru. Sebagai catatan, pemindaian seluruh bidang paru dilakukan dengan hati-hati. Masing-masing dari 6 atau 12 area harus dipindai secara terpisah untuk memastikan cakupan komprehensif dan untuk meminimalkan kemungkinan lesi paru yang ada. (Jiun I dkk, 2019)



Gambar 11.USG paru-paru anak (Lichstenstein et al)



Gambar 12. Pemeriksaan USG paru-paru, pada posisi: Supine (A) dan lateral decubitus(B). Akses melalui H= transhepatik, S= transsplenic, Ar= anterior left, Lr= lateral right, LI= lateral left, Pr= posterior right, and PI= posterior left lung areas, USG hemithoraks (lichtenstein et al)

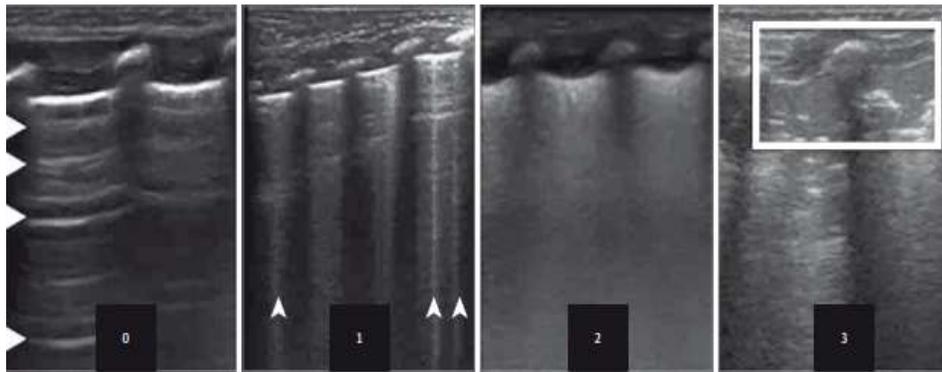
Setiap zona area harus dinilai secara teliti, probe tegak lurus terhadap sumbu panjang kosta untuk mendapat gambar dari dua kosta dipotong secara melintang (Gambar 15). Struktur linear hiperekoik antara dua kosta adalah bagian pleura. Pleura parietal dan pleura visceral membentuk gambar bergerak antar keduanya yang sinkron dengan respirasi spontan atau ventilasi mekanis. Gerakan ini, yang disebut 'lung sliding / paru-paru geser. Parenkim paru yang terletak dibawah pleura akan membentuk gambaran artefak. Kedua kuadran atas lateral abdomen juga dapat diperiksa untuk mencari adanya efusi pleura. (Uinarni, 2015).



Gambar 13: Beberapa posisi pasien anak-anak pada pemeriksaan USG paru-paru

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alessandro Perri dkk, dari *Departement of Neonatology* Bersama *Departement of Radiology, Catholic University of The Sacred Heart, Italy*, membagi 3 area paru yang digunakan sebagai lokasi pemindaian USG thorax pada neonatus dalam menilai kondisi patologis paru-paru pada bayi dengan gangguan pernapasan. Lokasi tersebut dibagi menjadi 3 area yaitu anterior atas, anterior bawah dan lateral yang dilakukan pada kedua area paru. Kemudian penelitian ini juga telah menetapkan skor 0-3 dalam menilai derajat kelainan paru-paru, yang dapat dilihat pada

gambar 14 dengan menetapkan skor 6 merupakan nilai skor pada kondisi normal, sedangkan bila jumlah skor yang didapatkan 18, menunjukan suatu edema paru yang berat dan luas. (Alessandro Perri,2018)



Gambar 14. Skor diberikan sebagai berikut: Skor 0 :menunjukkan pola-A (ditentukan dengan hanya adanya garis-A [panah]), Skor 1: pola-B (didefinisikan sebagai keberadaan 3 garis-B [panah], dengan jarak yang baik), Skor 2: pola-B parah (didefinisikan sebagai keberadaan garis B yang padat dan berpadu dengan atau tanpa konsolidasi terbatas pada ruang subpleural); dan skor 3: konsolidasi yang memanjang(kotak).

3. Pemilihan Scan Mode

I. B-mode ultrasound

Pemindaian B-mode adalah mode yang paling penting dan paling umum digunakan dalam memperoleh gambar LUS. Mayoritas penyakit paru-paru dapat didiagnosis dengan pemindaian B-mode (Uinarni, 2015).

II. USG mode-M

USG mode-M sangat membantu untuk konfirmasi lebih lanjut tentang kemungkinan pneumotoraks (Uinarni, 2015).

III. Color atau Power Doppler ultrasound

Ultrasonografi Doppler digunakan sesekali untuk menilai aliran darah di area besar konsolidasi paru-paru atau untuk membedakan bronkus dari pembuluh darah

4. Desinfeksi probe

Desinfeksi probe sebelum dan sesudah pemeriksaan pasien untuk menghindari infeksi nosokomial dan kontaminasi silang. (Liu J dkk, 2019)

5. Pemilihan Preset

Adapun beberapa langkah yang dilakukan dalam pemilihan preset yaitu:

- a. Pilih preset LUS.
- b. Optimalkan gambar untuk pemindaian paru-paru jika tidak ada preset LUS.
- c. Pilih salah satu preset Bagian Kecil.

- d. Ubah parameter untuk melakukan pemindaian paru-paru. Sesuaikan tombol Kedalaman untuk membuatnya 4-5 cm.
- e. Tekan tombol Zona Fokus untuk memiliki 1-2 fokus dan sesuaikan posisi fokus di dekat level garis pleura. Nyalakan tombol SRI (Pengurangan Pengurangan Spekel) dan pilih level 2-3 untuk mengurangi noise spekel.
- f. Nyalakan tombol CRI (Crossbeam) dan pilih level 2 untuk meningkatkan resolusi kontras. Aktifkan Harmonik untuk meningkatkan rasio sinyal-noise atau gunakan frekuensi dasar untuk garis-A atau B-garis yang lebih tajam.

6. Aplikasi Gel Ultrasound

Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- a. Panaskan gel.
- b. Oleskan lapisan gel pada transduser. Pastikan untuk menghindari gelembung udara antara transduser dan permukaan kulit.

7. Metode Scanning

1. Pemindaian tegak lurus

- a) Tempatkan transduser tegak lurus terhadap tulang rusuk dan geser dari garis tengah ke sisi lateral sepanjang sumbu lebar untuk melakukan pemindaian tegak lurus.
- b) Setelah area awal paru dipindai, pindahkan transduser dari atas ke bawah dan pindai area yang tersisa sampai semua bidang paru diperiksa.

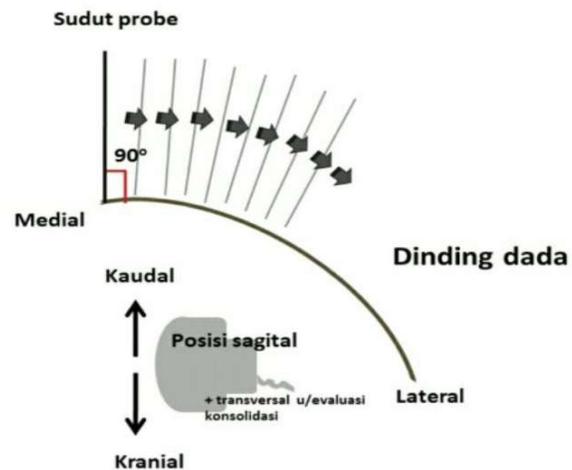
2. Pemindaian secara Paralel

- a) Putar transduser 90° setelah menyelesaikan pemindaian tegak lurus. Pertahankan transduser sejajar dengan tulang rusuk dan geser sepanjang sumbu sempit untuk melakukan pemindaian paralel.
- b) Setelah area awal paru dipindai, pindahkan transduser dari atas ke bawah untuk memindai area yang tersisa sampai semua bidang paru diperiksa.

3. Scanning Transdiaphragmatic

Tempatkan transduser di bawah xiphoid dan miringkan transduser dari sisi ke sisi untuk memindai diafragma dan bagian bawah paru-paru melalui hati sebagai jendela akustik.

Seperti USG pada umumnya, penempatan dan orientasi probe perlu diperhatikan (Gambar 13)(Uinarni, 2015).



Gambar 15. Orientasi dan penempatan probe USG paru-paru

Indeks ultrasonik pada Ultrasonografi Thorax

Menurut Jin Liu Dkk, ada beberapa indeks ultrasonik yang dapat dinilai pada pemeriksaan ultrasonografi thorax, yaitu:

1. Garis pleura: kondisi normal berupa garis echogenik reguler yang jernih dengan ketebalan 5mm di bawah lapisan superfisial thorax dan bergerak terus menerus selama respirasi.
2. A-line: sederetan garis echogenic, horizontal, paralel berjarak sama satu sama lain di bawah garis pleura, yang merupakan gema artefak dari garis pleura.

3. B-lines: suatu artefak berupa garis hyperechoic yang menyebar seperti sinar laser dari garis pleura ke tepi layar.
4. Konsolidasi paru: area hepatisasi (pola jaringan) dengan adanya air bronchogram atau fluid bronchogram.
5. Efusi pleura: koleksi bergantung-anechoic yang dibatasi oleh diafragma dan pleura.
6. Sindrom interstitial: didefinisikan sebagai keberadaan lebih dari 3 garis B atau adanya area white lung' di setiap area yang diperiksa
7. White Lung bilateral: didefinisikan sebagai adanya B-line kompak di 6 area tanpa gema horizontal.
8. Lung Pulse: Paru geser diganti dengan semacam pulsasi, disinkronkan dengan aktivitas jantung, yang merupakan tanda USG spesifik awal atelektasis lengkap.

GAMBARAN USG PARU-PARU

Pada pemeriksaan jaringan paru-paru, ultrasound tercermin oleh udara, sehingga secara teori tidak mungkin untuk melihat parenkim paru-paru yang berisi udara. Dalam kondisi normal, dan abnormal, rongga dada dan paru-paru mungkin berisi beberapa cairan fisiologis atau patologis. Cairan ini mengubah hubungan gelombang ultrasound dan udara yang terdapat dalam ruang interstitial alveolar dari parenkim atau dirongga pleura dan menciptakan gambaran artefak tertentu.

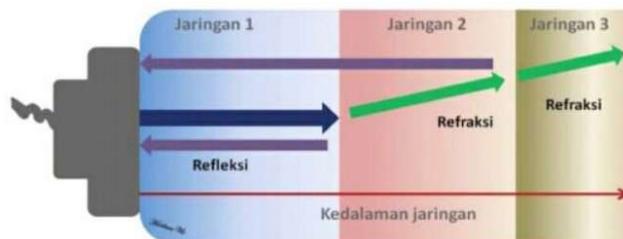
Semua metode USG diagnostik didasarkan pada prinsip bahwa USG berupa refleksi permukaan menyerupai cermin antara media (jaringan) dengan impedansi akustik yang berbeda. Gelombang ultrasound dari probe akan melewati jaringan tubuh, bila energi gelombang suara diserap semua sehingga tidak ada lagi suara yang dipantulkan kembali ke probe maka akibatnya gema tidak tertangkap dan tidak ada gambar yang dihasilkan. Semakin dalam jaringan yang harus dilewati, semakin banyak gelombang suara yang akan diserap oleh jaringan. Perjalanan gelombang suara ditentukan impedansi akustik medium tersebut. Terdapat gelombang suara yang dipantulkan kembali, disebut sebagai refleksi. Namun jika ada gelombang suara yang

melewati jaringan dengan impedansi akustik yang berbeda dan diteruskan ke arah yang berbeda disebut sebagai refraksi (Gambar 16) (Uinarni, 2015).



Gambar 16. Refleksi dan Refraksi

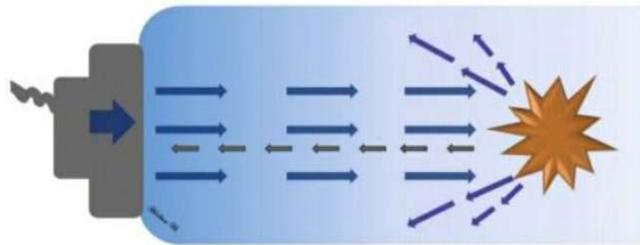
Perjalanan gelombang suara berupa gelombang yang direfleksikan dan akan menentukan gambar objek yang dihasilkan. Gambar yang timbul ditentukan oleh adanya pantulan gelombang (Gambar 17) (Uinarni, 2015).



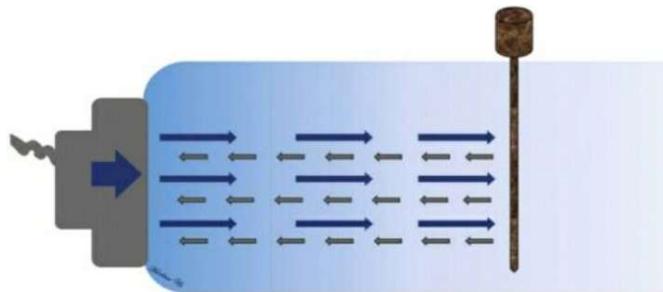
Gambar 17. Perjalanan gelombang suara melalui lebih dari dua jaringan

Perjalanan gelombang suara dapat juga berupa *scattered reflection* (refleksi yang tersebar) dan *specular reflection*. *Scattered reflection* terjadi bilamana gelombang suara ultra mengenai objek dengan permukaan yang ireguler sehingga memantulkan gelombang suara ke segala arah dan mencegah

kembalinya seluruh gelombang suara ke arah probe (Gambar 18) sedangkan *speculator reflection* terjadi apabila gelombang suara mengenai objek yang padat, maka gelombang suara akan dipantulkan sebagian besar kesatu arah (berupa bayangan cermin). (Gambar 19) (Uinarni, 2015).



Gambar 18 .Perjalanan gelombang suara pada permukaan yang iregguler (*scattered reflection*)



Gambar 19. Perjalanan gelombang suara mengenai objek yang padat (*specular reflection*)

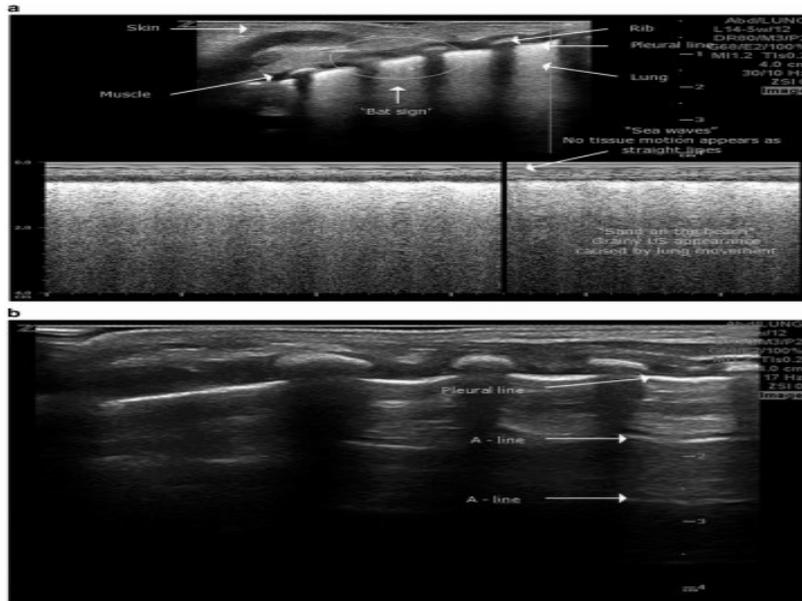
Gambaran USG Thorax Normal dan Abnormal pada Neonatus dengan RDS

A. Ultrasonografi Paru Neonatal Normal

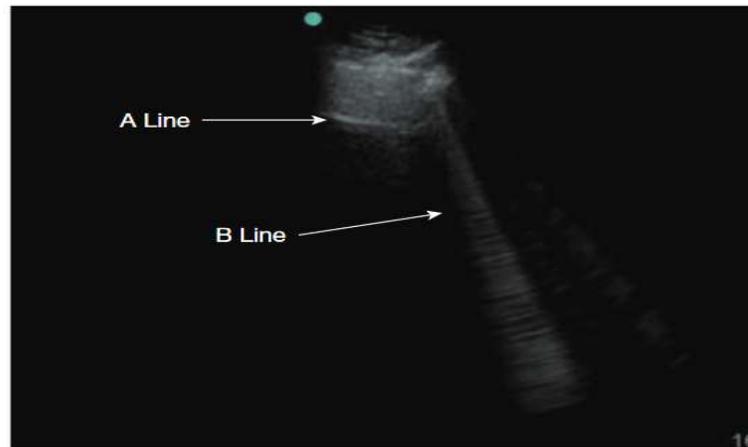
Paru normal umumnya terdiri dari gambaran garis pleura dan garis A, sementara sepertiga pasien dapat memiliki garis B yang terisolasi. Garis pleura akan membentuk gambaran kelelawar (bat sign). Paru-paru janin sangat kaya akan cairan dan oleh karena itu B-lines juga dapat dilihat pada bayi baru lahir yang sehat dengan jumlah yang <3 buah dan masih disertai dengan A-line pada permukaan superfisial. (Uinarni H,2019)

Penampilan ultrasound paru-paru normal adalah "hitam". Lapisan superfisial thorax terdiri dari jaringan subkutan dan otot. Pada scan longitudinal, tulang rusuk muncul sebagai struktur lengkung yang terkait dengan bayangan akustik posterior. Garis pleura tampak halus, jernih, dan menunjukkan garis echogenik biasa dengan lebar kurang dari 5 mm. Garis pleura adalah garis hiperekoik yang terletak sekitar 0.5 cm di bawah iga dan bergerak maju mundur (sliding) sesuai dengan gerakan pernapasan. Garis ini merupakan hasil pergerakan pleura visceral dan parietal yang tampak echogenik, halus, dan jernih pada gambar B-Mode. Sedangkan pada gambar M-mode menunjukkan "seashore sign" yang berarti tampak pula gambaran pleura visceral pada garis pleura. Di atasnya terdapat dinding dada yang tidak bergerak dan tergambar sebagai garis berlapis. Dibawah garis pleura terdapat gambaran berpasir. Di bawah garis pleura dapat terbentuk garis horizontal

yang tidak bergerak dan biasa disebut garis A. Garis A menandakan tekanan oklusi arteri pulmonal <18mmHg (Linctenstein DA, 2014).



Gambar 20 : (a) 'Bat Sign' (bagian atas gambar) dan 'Seashore sign' (bagian bawah gambar). Paru-paru neonatal normal pada B-mode imaging menunjukkan 'bat sign'. Dua tulang rusuk yang berdekatan dengan bayangan posterior mewakili sayap kelelawar, dengan tubuh diwakili oleh echogenic garis pleural. Paru-paru neonatal normal pada pencitraan M-mode menunjukkan Seashore sign. Pleura line echogenic membagi gambar di bagian yang tidak bergerak diwakili oleh garis-garis horizontal (sea waves) dan bagian di bawahnya yang tampak granular ('sand') sebagai gerakan dari dan menuju normal paru-paru adalah tercermin di daerah itu. (B) A-Line. Garis yang sama, horizontal dan ekogenik distal ke garis pleura. Kehadiran lung sliding bersama A-lines menunjukkan paru-paru neonatal normal di area yang dipindai.



Gambar 21. Garis B. Gambar diperoleh dengan menggunakan transduser 3,5 MHz. Transduser berada dalam orientasi longitudinal dan ditempatkan tegak lurus dengan dinding dada untuk memindai melalui ruang interkostal kedua di garis midclavicular.

A. Ultrasonografi Paru dengan Gambaran HMD

Garis B adalah garis hiperekoik yang terlihat mulai garis pleura sampai bagian akhir di layar tanpa memudar. Garis ini menandakan berkurangnya bagian paru yang terisi udara dan terlihat lebih jelas saat inspirasi. Garis B dihasilkan dari proses infiltratif interstisial, seperti inflamasi, neoplasma, fibrosis, atau edema. Garis B mungkin fokal, tersebar, atau banyak dalam distribusi, berdasarkan proses penyakit yang mendasarinya. Seperti halnya kelainan radiografi, korelasi klinis diperlukan untuk menentukan penyebab garis B. Karena garis B berasal dari area pleura viseral, kehadirannya menyingkirkan pneumotoraks.

Beberapa temuan Ultrasonografi thorax pasien dengan HMD :

1. Konsolidasi paru disertai dengan air bronchogram adalah manifestasi LUS paling penting dari HMD, yang ditandai dengan hal-hal berikut:
 - a) Konsolidasi paling sering diamati di bagian posterior paru-paru. Tingkat konsolidasi terkait dengan tingkat keparahan penyakit.
 - b) Derajat konsolidasi pada HMD ringan (grade II dengan foto thorax) terbatas pada subpleural, terkadang tanpa atau dapat disertai air bronchogram. Sebaliknya, area konsolidasi paru-paru diamati meluas ke area lain dan bahkan melibatkan jaringan paru-paru yang dalam (grade III-IV dengan foto thorax), dengan bronkogram udara menjadi lebih jelas.
 - c) Biasanya, konsolidasi terlihat di berbagai bidang paru secara bilateral. Namun demikian, mereka mungkin terbatas pada ruang interkostal tertentu di satu sisi paru-paru. Area yang mengalami konsolidasi menunjukkan kualitas hypoechoic yang tidak merata dan batas dengan jaringan paru di sekitarnya jelas dan mudah dibedakan.
 - d) Air-bronchogram menunjukkan bentuk padat, berbintik-bintik atau seperti kepingan salju.
2. Garis pleural tidak normal dan garis-A menghilang.

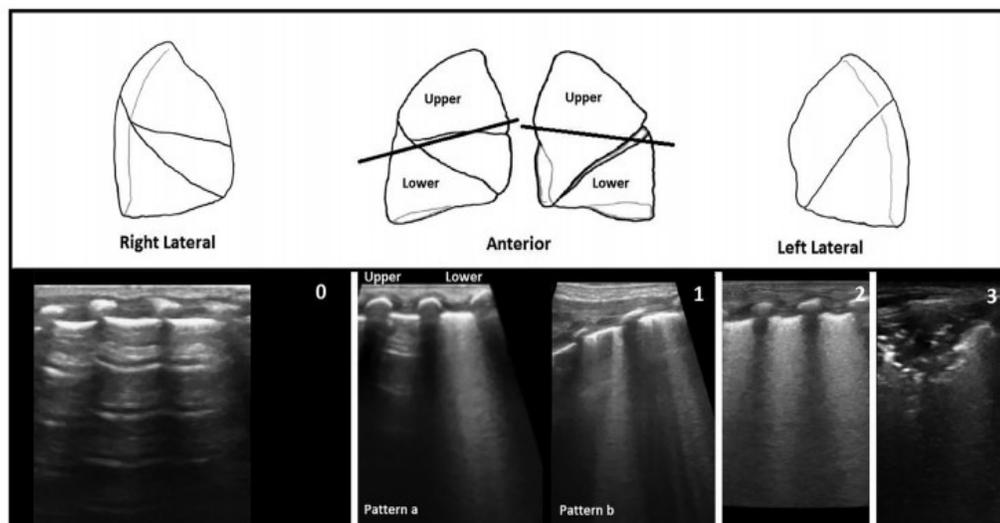
3. Zona yang tidak terkonsolidasi dapat muncul sebagai Alveolar Intertitial Syndrome.
4. 15% hingga 20% pasien mungkin memiliki derajat efusi pleura unilateral atau bilateral yang berbeda.
5. lung pulse adalah salah satu fitur paling penting dari HMD yang dapat divisualisasikan dengan pencitraan ultrasonografi terutama pada pasien dengan HMD yang berat (grade III-IV berdasarkan foto thorax)

Temuan LUS	Paru Normal	Paru Abnormal
Garis Pleura (Lung Sliding)	Penampilan echogenic halus dengan ketebalan <0,5mm. Pleura visceral dan parietal terlihat bergeser saat respirasi	Absen atau dirupsikan dari garis pleura, menebal >0,5mm, tidak tampak pleura visceral dan parietal bergeser saat respirasi
A-Line	Garis echogenic dengan jarak yang sama dan sejajar dengan garis pleura. Artefak reverberasi disebabkan oleh perubahan impedansi akustik pada permukaan paru dan pleura	Tidak ada
B-Line	Biasanya tidak ada, <3 B-lines sesekali ada akibat cairan pada paru-paru	>3 garis artefact hyperechoic yang memanjang secara vertical dari garis pleura ke paru-paru. Garis ini menghapus A-Line dan bergerak dengan respirasi yang menggambarkan peningkatan cairan diruang interlobuler antara alveoli
B3-Line	Tidak ada	Garis B bergabung erat (dalam 3mm) yang menggambarkan 'white lung' melalui peningkatan edema yang menunjukkan sindrom alveolar interstitial
Konsolidasi	Tidak ada	Area parenkim paru yang terkena menyerupai parenkim hepar (hepatisasi), dengan atau memperlihatkan air bronchogram
Efusi pleura	Tidak ada	Cairan anechoic digambarkan oleh garis pleura, diafragma dan permukaan visceral paru

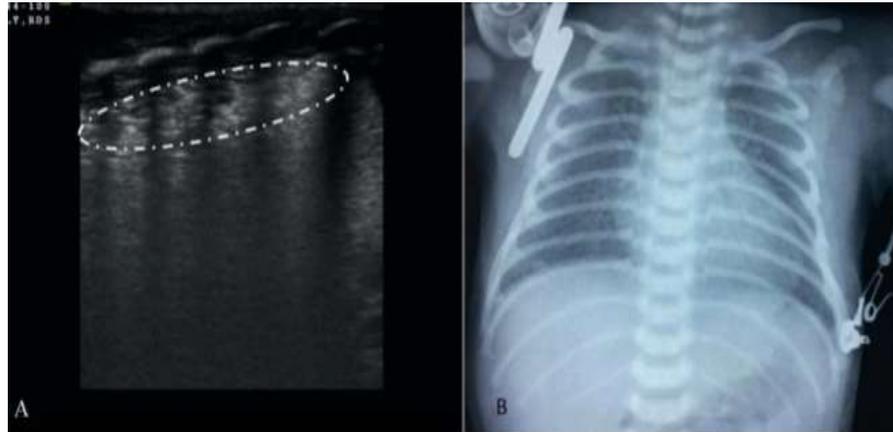
Tabel 2. Gambaran USG thorax normal dan NRDS

Secara rinci, skor LUS ditetapkan sebagai berikut:

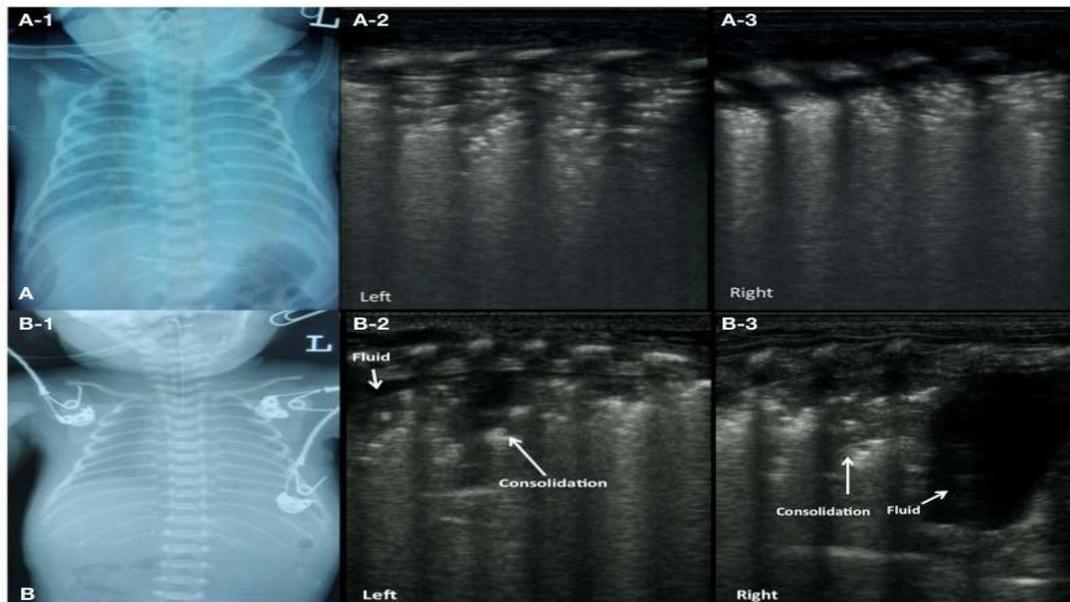
- a) Skor 0 menunjukkan pola A (ditentukan oleh keberadaan satu-satunya A-lines)
- b) Skor 1 adanya garis-A di bagian atas paru-paru dan garis-B yang menyatu di bagian bawah paru atau setidaknya 3 garis B
- c) Skor 2 adanya B-Line yang padat dan berpadu dengan atau tanpa konsolidasi terbatas pada ruang sub-pleura
- d) Skor 3 menunjukan konsolidasi yang memanjang



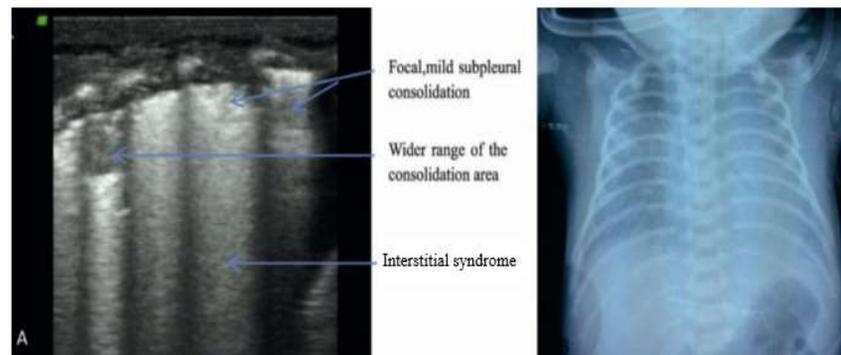
Gambar 22. Deskripsi skor ultrasonografi paru. Paru-paru telah dibagi menjadi tiga area, anterior atas, anterior bawah, dan lateral. Untuk setiap area, skor 0-3 telah ditetapkan. Nilai skor sesuai dengan pola yang berbeda seperti yang ditunjukkan di angka pada masing-masing gambar. Skor diberikan sebagai berikut: 0, hanya ada A-lines; 1, adanya garis-A di bagian atas paru-paru dan garis-B yang menyatu di bagian bawah paru (pola 1a) atau setidaknya 3 garis B (pola 1b); 2, adanya B-Line yang padat dan berpadu dengan atau tanpa konsolidasi terbatas pada ruang sub-pleura; 3, adanya konsolidasi yang panjang.



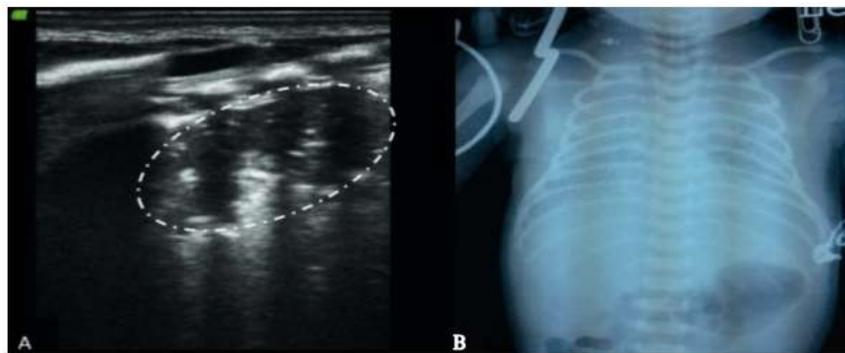
Gambar 23 :Ultrasonografi paru-paru menunjukkan pleura line tebal dan kasar, konsolidasi subpleural paru- paru dengan air bronchogram (area di dalam lingkaran putih, garis terang echogenik atau bintik-bintik cerah di wilayah tersebut adalah air bronchogram), sindroma interstitial dan menghilangnya A-lines . B: Rontgen dada menunjukkan sindrom gangguan pernapasan derajat II.



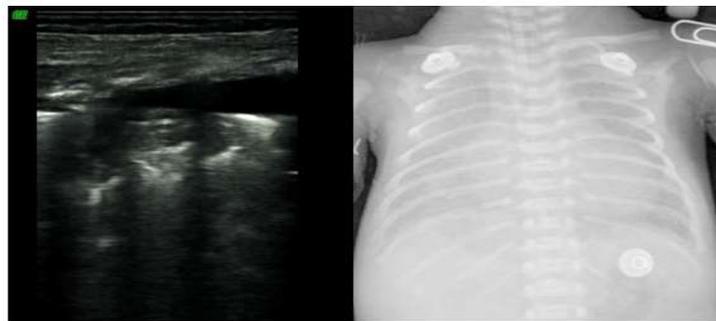
Gambar 24 :(A) CXR dari pasien dengan derajat II-III RDS (A-1). LUS menunjukkan konsolidasi paru-paru dengan bronkogram udara di bidang paru-paru bilateral, hilangnya garis pleura dan garis-A (A-2: paru kiri, A-3: paru kanan). (B) CXR dari pasien dengan derajat III RDS (B-1). LUS menunjukkan area konsolidasi yang luas dan efusi kecil di paru-paru kiri (B-2), konsolidasi yang signifikan di bidang atas dan sejumlah besar efusi pleura di bidang bawah paru-paru kanan (B-3).



Gambar.25 : A: Ultrasonografi paru-paru menunjukkan konsolidasi paru-paru yang signifikan dengan air bronchogram, sindroma interstitial, penampilan garis pleura yang ireguler atau kasar, menghilangnya A-line dan sedikit efusi pleura di dada kanan. B: CXR menunjukkan sindrom gangguan pernapasan derajat III.

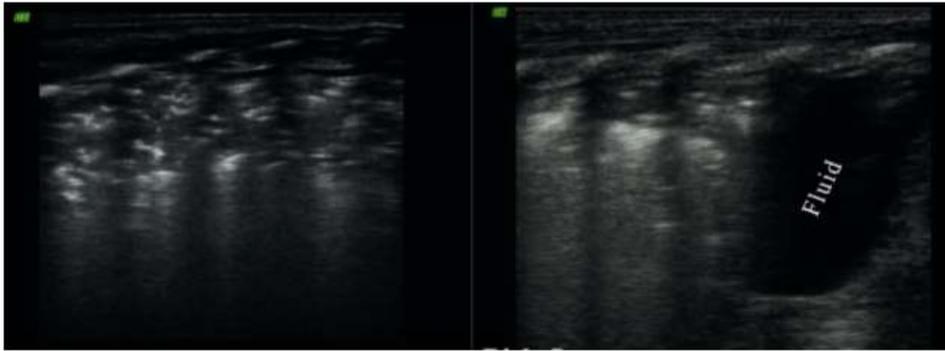


Gambar 26. A: Ultrasonografi paru-paru menunjukkan area besar konsolidasi dengan air bronchogram (area di dalam lingkaran putih), penampilan ireguler atau kasar pada pleura line, dan menghilangnya A-line. B: Rontgen dada menunjukkan sindrom gangguan pernapasan derajat IV.



Gambar 27 : Penampilan ultrasound yang berbeda dari sindrom gangguan pernapasan derajat IV (RDS) di paru-paru bilateral. Ultrasonografi paru-paru menunjukkan area konsolidasi yang

signifikan dengan air bronchogram di paru-paru kiri, dengan konsolidasi ringan dan sejumlah besar efusi pleura di paru-paru kanan IV RDS. CXR menunjukkan RDS grade IV.



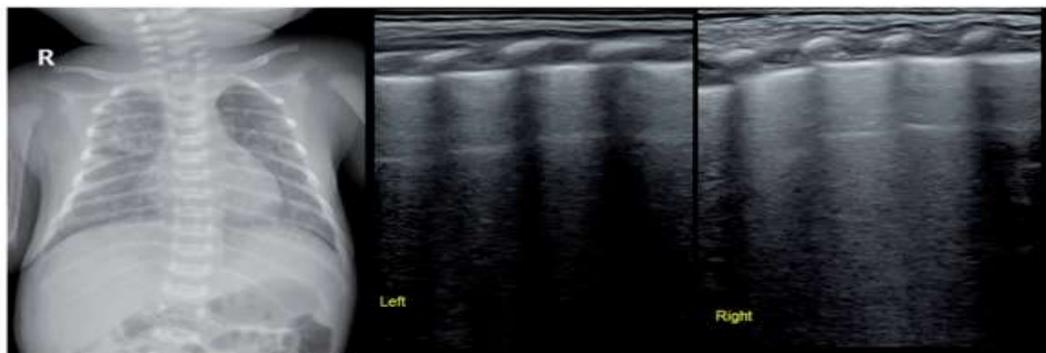
Gambar 28. Perbedaan gambaran ultrasonografi thoraks grade IV dikedua paru pada pasien dengan HMD

Selain itu, perubahan status paru dapat ditindaklanjuti secara efisien oleh LUS. Perbaikan pada temuan LUS sering pertama kali diamati di daerah paru anterior karena daerah ini tidak tergantung dan berventilasi lebih baik. Transisi dari konsolidasi ke emisi yang diinduksi agregasi (AIE), AIE ke edema interstitial (IE), dan edema interstitial ke pola LUS normal atau sebaliknya dapat dilihat. Kualitas LUS ini memungkinkan untuk memperkirakan efek terapi penggantian surfaktan (Uinarni H, 2015).

Kasus-kasus yang menunjukkan kehandalan USG Thorax dibandingkan Foto Thorax pada gangguan penapasan neonates

a) Kasus I :

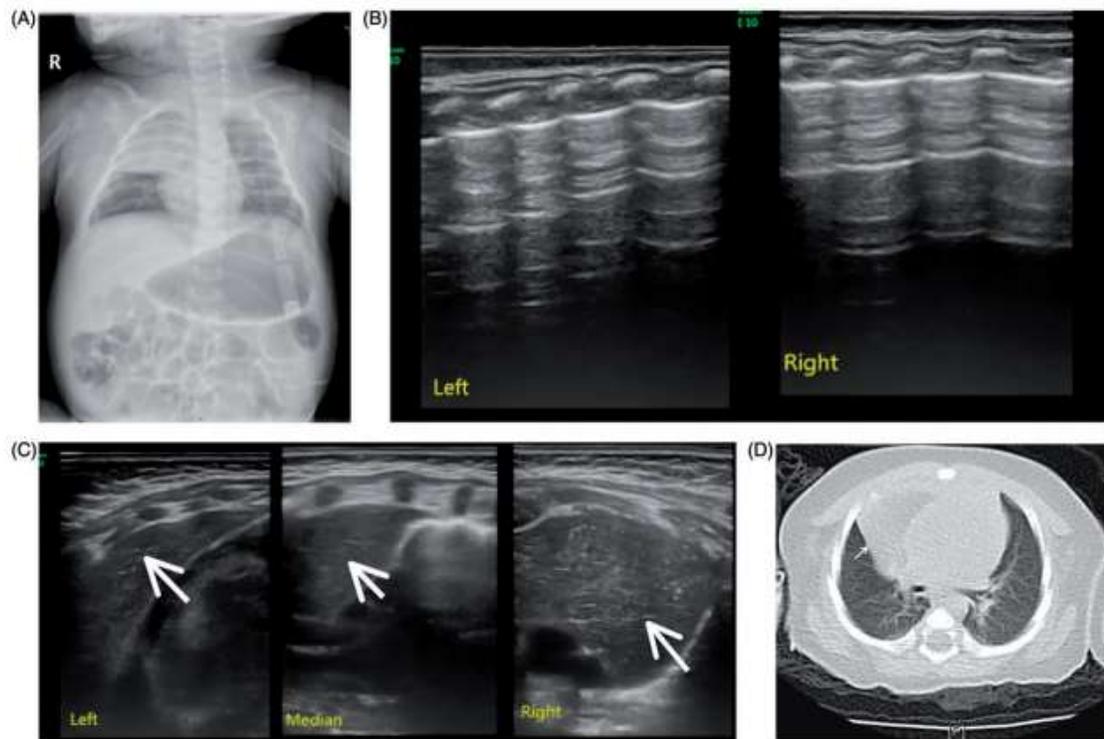
Pasien laki-laki (G1P1, GA= 43 minggu, Spontan, tidak ada tanda gawat napas saat lahir). Pasien dirawat di RS setelah 10 hari lahir akibat sulit bernapas +/-10 jam. Diagnosa masuk dengan Pneumonia Neonatal dan diterapi ventilator. Foto thorax kontrol (1 minggu)→ Penebalan signifikan dan ground glass appearance. KU: pasien bernapas dengan mantap, auskultasi kedua paru normal. LUS→ garis pleura normal, garis A disertai lung sliding. Kesimpulan: Pasien dipulangkan.



Gambar 29 . CXR menunjukkan tanda paru-paru yang meningkat dan kabur, dengan bayangan tambal sulam yang signifikan; Namun, USG paru menunjukkan garis pleura dan garis A yang jelas, halus, teratur. Jadi, USG itu normal, yang sesuai dengan gejala klinis.

b) Kasus 2:

Pasien anak perempuan (G2P2, 38 minggu, SC, tidak ada Riwayat gawat napas saat lahir). Dirawat di RS setelah 10 hari lahir akibat sesak +/- 10 jam. Pasien Kembali dirawat (2 bulan setelah lahir) dan didiagnosis sebagai pneumonia neonatal. 12 hari kemudian, gejala klinis membaik, pemeriksaan laboratorium normal sehingga obat antibiotik dihentikan dan pasien siap dipulangkan. Hasil foto thorax pasien sebelum pulang: tampak perselubungan yang besar dengan tepi yang regular dan batas yang jelas yang diduga sebagai atelectasis paru kanan atas. Gambaran ini berbanding terbalik dengan keadaan umum pasien yang menunjukkan kondisi normal dan tidak tampak tanda-tanda gawat napas. LUS menunjukkan kondisi garis pleura yang normal, disertai A line dan lung sliding. Daerah yang dicurigai sebagai atelectasis paru atas pada foto thorax terkonfirmasi pada pemeriksaan USG Thoraks sebagai thimus. Untuk mengkonfirmasi lebih lanjut, pasien dilakukan CT Scan Thorax yang memberikan hasil yang sama dengan temuan pada USG Thorax



Gambar 30. Perbedaan antara atelektasis dan timus. (A) CXR menunjukkan adanya atelektasis di paru kanan atas. (B) USG paru (scan dari posterior) normal. (C) Ultrasonografi paru (scan dari anterior) menunjukkan bahwa " atelektasis " yang terlihat pada CXR sebelumnya adalah timus (panah), yang juga dikonfirmasi dengan CT Scan Thorax (Gambar 6-4). (D) CT Scan Thorax memastikan bahwa temuan pada CXR dan paru-paru USG disebabkan oleh timus (panah).

Konsekuensi Kesalahan Diagnostik

Pada umumnya, sampel yang didapatkan pada penelitian HMD dengan menggunakan LUS menyiratkan kecenderungan over-diagnosis. Pneumonia sering terjadi pada bayi baru lahir dan memiliki banyak penampilan sonografi dan radiografi yang sama dengan HMD. Konsolidasi dengan air bronchogram, kelainan garis pleura, dan sindrom interstitial alveolar, semuanya berhubungan

dengan penyakit ini. Konsolidasi dalam kasus pneumonia berat sering besar dengan margin tidak teratur; dalam kasus yang tidak terlalu parah, area multifokus konsolidasi dapat disalahartikan sebagai HMD. Dalam banyak kasus, diagnosis pneumonia memerlukan kultur bakteriologis untuk mengidentifikasi adanya infeksi (Hilles M dkk,2017).

E.KEUNGGULAN PENCITRAAN

Setiap pencitraan memiliki kemampuan masing-masing dalam menilai kelainan yang terjadi pada paru dan pleura baik pada pasien neonatus maupun dewasa. Namun dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian yang mengembangkan pendekatan dengan menggunakan pemeriksaan ultrasonografi dalam menilai kelainan paru dan pleura.

Adapun keunggulan penggunaan foto thoraks yaitu:

1. Foto thoraks diperlukan dalam dugaan HMD untuk menilai sindrom kebocoran udara.
2. Foto thoraks dapat menggambarkan diagnosis banding.
3. Foto thoraks dapat menilai kelainan kongenital lainnya.
4. Foto thoraks digunakan untuk mengkonfirmasi posisi tabung endotrakeal (ETT), bayi baru lahir prematur dengan HMD berat sering menerima tekanan saluran udara positif terus menerus (CPAP) untuk meningkatkan ventilasi dan oksigenasi serta

memfasilitasi pemberian surfaktan intratrakeal. Konfirmasi posisi ETT meminimalkan kerusakan paru-paru yang disebabkan oleh malposisi.

Sedangkan keunggulan dari ultrasonografi thoraks yaitu:

1. Memiliki sensitifitas dan spesifisitas LUS mendekati 100% dalam mendiagnosis HMD.
2. LUS sangat baik dalam memantau perkembangan terapi surfaktan pada pasien HMD yang dapat mengurangi paparan radiasi.
3. LUS dapat menjelaskan komplikasi dini dan lanjut dari HMD
4. LUS memiliki akurasi diagnostik sebanding dengan tes biologis dalam mengukur ketersediaan surfaktan.
5. LUS dan skor LUS merupakan metode non invasif dalam menilai HMD yang dilakukan disamping tempat tidur dan dapat dilakukan berulang kali dalam waktu yang berdekatan.
6. Kurangnya kontraindikasi pemeriksaan USG, sifat USG yang portabilitas, biaya rendah dan kemampuannya menegakan diagnosis klinis neonatus yang sulit terdeteksi dalam 24 jam setelah kelahiran, sebagai alat pandu pemasangan ventilasi mekanik pada pasien dengan gangguan pernapasan kronik dan keberhasilan penanganan gangguan pernapasan.
7. LUS Lebih baik dan akurat dalam menilai posisi ETT dibandingkan CXR

F.KETERBATASAN PENCITRAAN

Baik foto thorax maupun ultrasonografi thorax memiliki keterbatasan dalam mendiagnosis penyakit paru dan pleura terutama pada pasien-pasien neonatus. Hal ini dikarenakan kondisi tubuh neonatus yang kecil, memiliki kerapatan jaringan serta organ-organ yang radiosensitif terhadap paparan radiasi. Dimana pemeriksaan radiografi pada pasien HMD tidak hanya dilakukan dalam menegakan diagnosis, namun dibutuhkan juga untuk menilai perkembangan terapi juga menilai efek samping yang terjadi.

Adapun keterbatasan pencitraan pada foto thorax yaitu:

1. Foto thorax melibatkan paparan radiasi pengion. Yang mengakibatkan risiko yang lebih besar dari efek laten dari CXR dibandingkan dengan kelompok usia lainnya.
2. Efek biologis radiasi terutama berasal dari kerusakan DNA. Partikel x-ray, foton, melepaskan energi ketika berinteraksi dengan elektron. Elektron dapat bertindak baik secara langsung pada DNA (aksi langsung atau mempengaruhi) tetapi juga dapat berinteraksi pada molekul air yang menghasilkan radikal bebas, yang pada gilirannya dapat merusak DNA (aksi tidak langsung atau mempengaruhi). Efek tidak langsung adalah efek yang lebih dominan, yang terdiri dari sekitar 2/3 interaksi foton.

3. Foto thorax terkadang tidak akurat dalam menentukan diagnosis akhir pada bayi dengan kecurigaan distress pernapasan.
4. Foto thoraks tidak berhubungan dengan prognosa pernapasan.
5. Sifat statis dan planar dari CXR dapat membuat diagnosis banding menjadi sulit dan tingkat pertentangan antar pengamat tidak bisa dihindari, terutama pada penyakit yang kurang lanjut.
6. Sulit melakukan foto thoraks pada neonatus yang sakit kritis dan karena kesulitan tersebut, sulit untuk menegakan diagnosis tepat waktu yang dapat menunda pengobatan dan dapat menyebabkan konsekuensi serius.
7. Foto thoraks tidak dapat diulang dalam waktu yang berdekatan. Hal ini dikarenakan menambah jumlah paparan radiasi pada pasien neonatus.

Sedangkan keterbatasan pencitraan ultrasonografi thorax yaitu:

1. USG merupakan tehnik pencitraan yang sangat bergantung pada keahlian operator (Operator dependent)
2. Penggunaan probe yang berbeda dapat mempengaruhi temuan dan penilaian pada USG paru.
3. Ultrasound tidak melibatkan radiasi pengion tetapi dikaitkan dengan risiko potensial akibat kerusakan mekanis (kavitasi inersia) dan jaringan termal. Risiko bio-efek yang merugikan

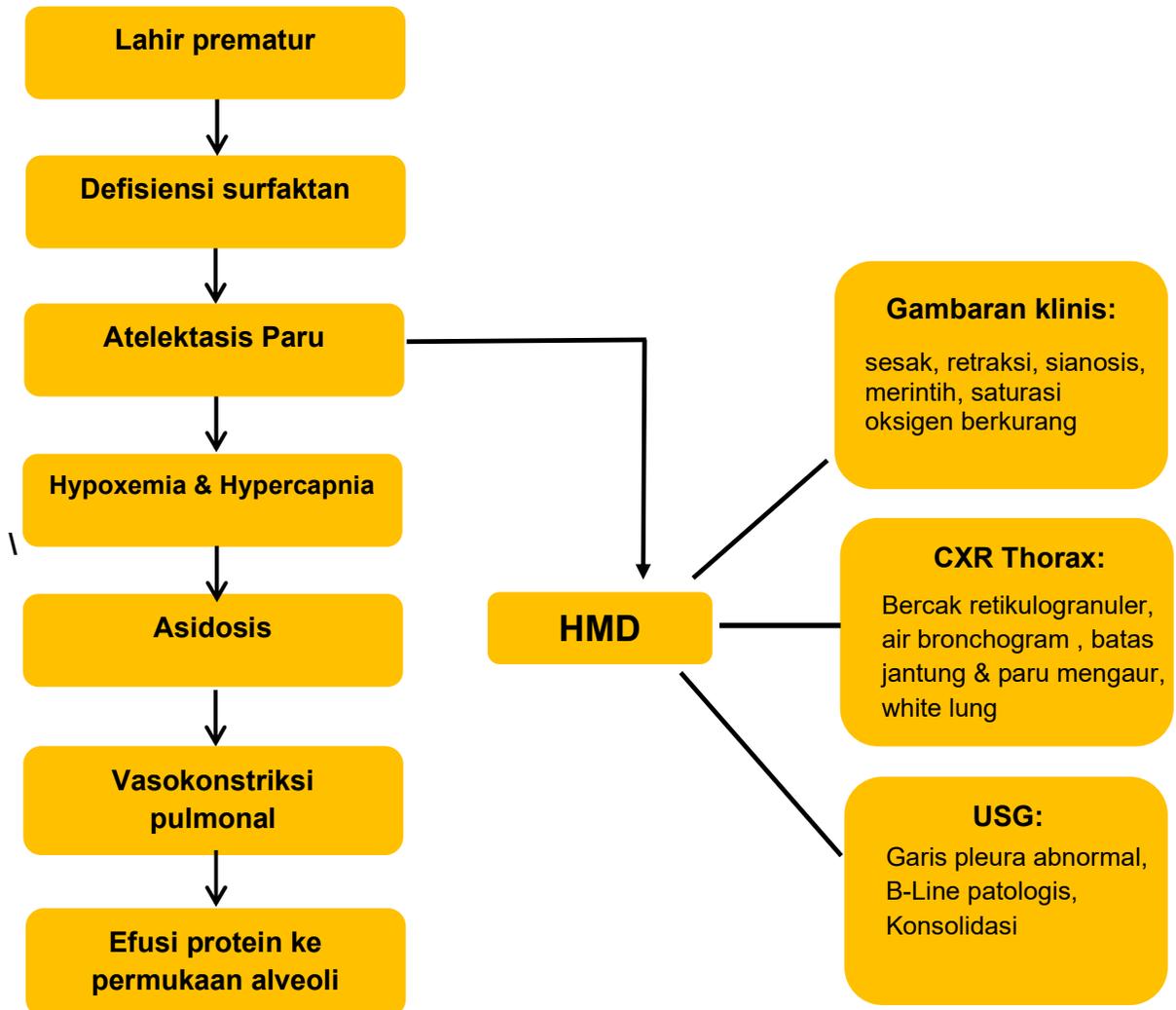
sangat rendah dalam praktik klinis rutin, tetapi sebanding dengan durasi pemeriksaan USG, tergantung pada jaringan spesifik yang sedang diperiksa dan output transduser ultrasonografi. Prinsip 'As Low As Reasonably Practicable' (ALARP), bersama dengan pedoman keselamatan akustik diterapkan untuk meminimalkan risiko.

4. Penggunaan LUS untuk mendeteksi emfisema, pneumomediastinum dan diagnosis displasia bronkopulmoner masih lebih diperdebatkan.
5. Emfisema subkutan mempengaruhi kualitas gambar serta akurasi hasil, sehingga dapat mengganggu pemindaian.
6. Akurasi diagnostik LUS bersifat heterogenitas di antara penelitian yang memiliki ukuran sampel kecil dan tidak ada pembandingan yang divalidasi.
7. Penggunaan LUS masih terbatas karena kurangnya protokol operasi, standar diagnostik dan pedoman.
8. Dilaporkan bahwa LUS memiliki nilai terbatas sebagai alat diagnostik untuk penyakit paru kistik yang jarang, seperti limfangioleiomiomatosis histiositosis sel Langerhans paru dan sindrom Birt Hogg-Dubé.

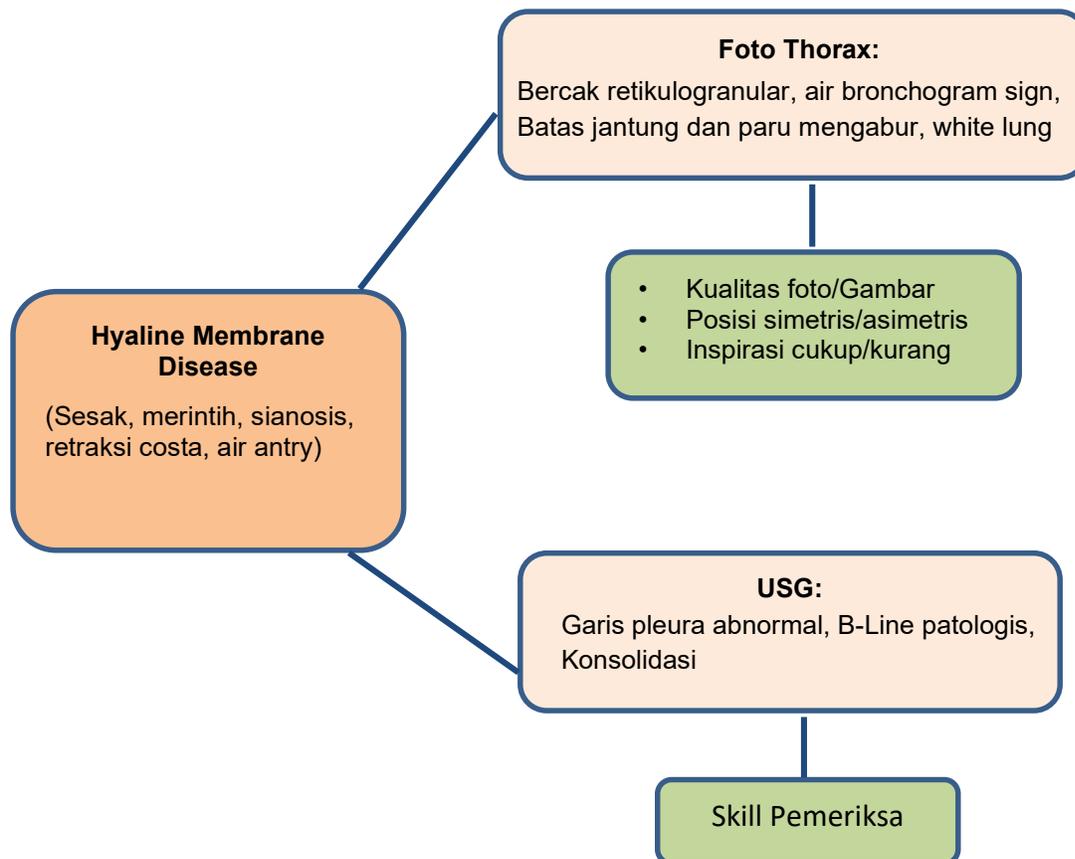
BAB III

KERANGKA PENELITIAN

III.1. Kerangka Teori



III.2. Kerangka Konsep



Keterangan:

- : Variabel bebas
- : Variabel tergantung (diteliti)
- : Variabel Kendali