

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pneumonia

2.1.1.1 Definisi

Pneumonia adalah bentuk infeksi pernapasan akut yang mempengaruhi paru-paru. Paru-paru terdiri dari kantong kecil yang disebut alveoli, yang mengisi dengan udara ketika orang yang sehat bernapas. Ketika seorang individu memiliki pneumonia, alveoli yang penuh dengan pus dan cairan yang membuat ketika bernapas terasa sakit dan terbatas.¹

2.1.1.2 Epidemiologi

Pneumonia adalah penyebab tunggal terbesar kematian pada anak-anak di seluruh dunia. Pneumonia membunuh diperkirakan 935.000 anak di bawah usia lima tahun pada tahun 2013 yang merupakan 15% dari semua kematian anak di bawah lima tahun. Pneumonia mempengaruhi anak-anak dan keluarga di mana-mana, tetapi yang paling umum di Asia Selatan. Terdapat perbedaan proporsi pasien laki-laki dan perempuan, di Indonesia pada tahun 2004-2008 terjadi fluktuasi jumlah pasien pneumonia balita dengan hasil penelitian terakhir pada tahun 2008 dengan perbandingan proporsi laki-laki dan perempuan sebesar 52,4:47,6.²

2.1.1.3 Etiologi Pneumonia

Pneumonia dapat disebabkan karena infeksi berbagai bakteri, virus dan jamur. Namun, penyakit pneumonia yang disebabkan karena jamur sangatlah jarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 70% penyakit pneumonia disebabkan oleh bakteri. Sulit untuk membedakan penyebab pneumonia karena virus atau bakteri. Seringkali terjadi infeksi yang didahului oleh infeksi virus dan selanjutnya terjadi tambahan infeksi bakteri. Kematian pada pneumonia berat, terutama disebabkan karena infeksi bakteri.²

Bakteri penyebab pneumonia tersering adalah *Haemophilus influenzae* (20%) dan *Streptococcus pneumoniae* (50%). Bakteri penyebab lain adalah *Staphylococcus aureus* dan *Klebsiella pneumoniae*. Sedangkan virus yang sering menjadi penyebab pneumonia adalah *Respiratory syncytial virus* (RSV) dan *influenza*. Jamur yang biasanya ditemukan sebagai penyebab pneumonia pada anak dengan AIDS adalah *Pneumocystis jiroveci*.²

Data mengenai kuman penyebab pneumonia sangat terbatas. Padahal, mengetahui kuman penyebab pneumonia sangat penting untuk menyesuaikan dengan antibiotika yang akan diberikan. Penelitian Kartasasmita, dkk di Majalaya, Kabupaten Bandung pada tahun 2000 menyatakan bahwa *Streptococcus pneumoniae* (*Pneumococcus*) diduga menjadi penyebab utama pneumonia pada balita. Penelitian tersebut diperkuat dengan didapatkannya 67.8% bakteri pneumokokus dari 25% apus tenggorok yang positif dari balita yang sakit.²

Tabel 2.1 Etiologi Pneumonia

Grup	Penyebab	Tipe Pneumonia
<i>Bakteri</i>	<i>Streptococcus pneumonia</i>	<i>Pneumoni bakterial</i>
	<i>Streptococcus piogenesis</i>	<i>Legionnaires disease</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>	
	<i>Klebsiela pneumonia</i>	
	<i>Eserikia koli</i>	
	<i>Yersinia pestis</i>	
	<i>Legionnaires bacillus</i>	
<i>Aktinomisetes</i>	<i>Aktinomisetes Israeli</i>	<i>Aktinomisetes pulmonal</i>
	<i>Nokardia asteroides</i>	<i>Nokardia pulmonal</i>
<i>Fungi</i>	<i>Kokidioides imitis</i>	<i>Kokidioidomikosis</i>
	<i>Histoplasma kapsulatum</i>	<i>Histoplasmosis</i>
	<i>Blastomises dermatitidis</i>	<i>Blastomikosis</i>
	<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergilosis</i>
	<i>Fikomisetes</i>	<i>Mukormikosis</i>
<i>Riketsia</i>	<i>Koksiela burneti</i>	<i>Q fever</i>
<i>Klamidia</i>	<i>Chlamydia trachomatis</i>	<i>Chlamydial Pneumonia</i>
<i>Mikoplasma</i>	<i>Mikoplasma pneumonia</i>	<i>Pneumonia mikoplasmal</i>
<i>Virus</i>	<i>Influenza virus, adeno</i>	<i>Pneumonia virus</i>
	<i>Virus respiratory</i>	
	<i>Syncytial</i>	
<i>Protozoa</i>	<i>Pneumosisis karini</i>	<i>Pneumonia pneumosisis</i> <i>(pneumonia plasma sel)</i>

2.1.1.3.1 Etiologi Berdasarkan Umur

Pada tahun 2007 dan 2008 perbandingan kasus pneumonia pada balita dibandingkan dengan usia ≥ 5 tahun adalah 7:3. Artinya bila ada 7 kasus pneumonia pada balita maka akan terdapat 3 kasus pneumonia pada usia ≥ 5 tahun. Pada tahun 2009 terjadi perubahan menjadi 6:4. Namun pneumonia pada balita masih tetap merupakan proporsi terbesar.

Pada bayi baru lahir, pneumonia seringkali terjadi karena aspirasi, infeksi virus *Varicella-zoster* dan infeksi berbagai bakteri gram negatif seperti bakteri *Coli*, TORCH, *Streptococcus* dan *Pneumococcus*.

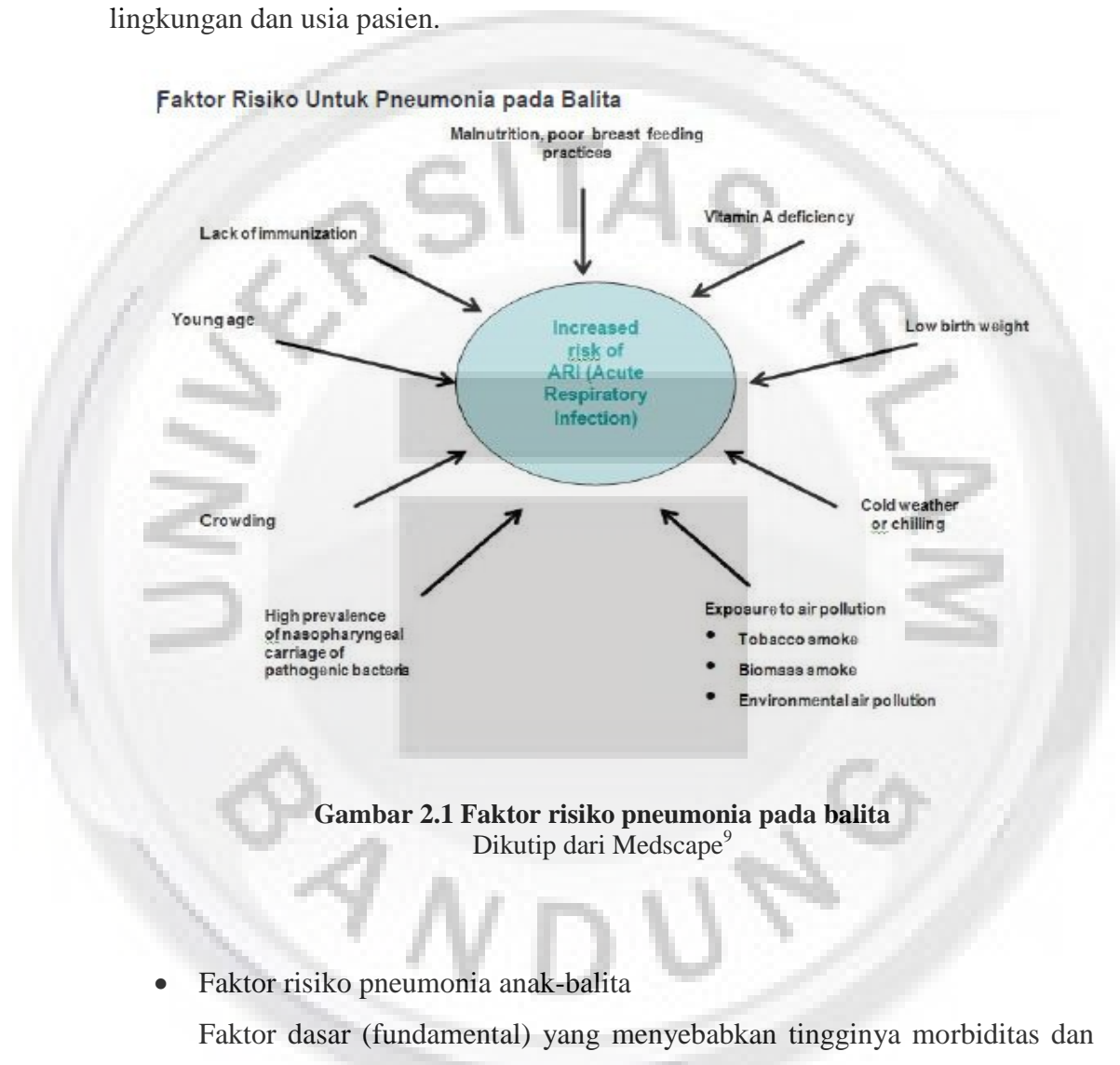
Pada balita, pneumonia biasanya disebabkan oleh berbagai virus, yaitu *Adenovirus*, *Coxsackie*, *Parainfluenza*, *Influenza A* atau *B*, *Respiratory Syncytial Virus* (RSV) dan bakteri yaitu *B. streptococci*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella*, *S. pneumoniae*, *S. aureus*, *Chlamydia*.

Pneumonia pada balita dan anak pra sekolah disebabkan oleh virus, yaitu: *Adeno*, *Parainfluenza*, *Influenza A* atau *B* dan berbagai bakteri yaitu: *S. pneumoniae*, *Hemophilus influenzae*, *Streptococci A*, *Staphylococcus aureus*, *Chlamydia*.

Pada anak usia sekolah dan usia remaja, pneumonia disebabkan oleh virus, yaitu *Adeno*, *Parainfluenza*, *Influenza A* atau *B* dan berbagai bakteri, yaitu *S. pneumoniae*, *Streptococcus A* dan *Mycoplasma*.²

.1.1.4 Faktor Risiko Pneumonia

Faktor risiko pneumonia pada anak terdiri dari bermacam-macam aspek, sebagian besar faktor tersebut meningkatkan risiko terjadinya infeksi saluran pernapasan akut. Faktor risiko yang menjadi perhatian pada penelitian ini adalah lingkungan dan usia pasien.



Gambar 2.1 Faktor risiko pneumonia pada balita
Dikutip dari Medscape⁹

- Faktor risiko pneumonia anak-balita

Faktor dasar (fundamental) yang menyebabkan tingginya morbiditas dan mortalitas pneumonia anak-balita di negara berkembang adalah :

1. Kemiskinan yang luas
2. Derajat kesehatan rendah
3. Status sosio-ekologi buruk
4. Pembiayaan kesehatan sangat kecil

5. Proporsi populasi anak lebih besar

Faktor-dasar di atas tidak berdiri sendiri melainkan berupa sebab-akibat, saling terkait dan saling mempengaruhi yang terkait sebagai faktor risiko pneumonia pada anak.

2.1.1.4.1 Faktor Risiko Menurut Patogen

Faktor risiko pneumoni dipengaruhi oleh jenis atau bentuk dari patogen penyebab pneumonia. Beberapa agen patogen itu adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Tabel faktor risiko pneumonia menurut patogen⁷

Patogen	Faktor risiko
<i>Staphylococcus aureus</i>	Koma, cedera kepala, influenza, pemakaian obat IV, DM, gagal ginjal
Methicillin resisten <i>S. Aureus</i>	
<i>Ps.aeruginosa</i>	Pernah dapat antibiotik, ventilator > 2 hari
<i>Anerob</i>	Lama rawat di ICU, terapi steroid/antibiotik,
	Kelainan struktur paru (bronkiektaksis, kistik fibrosis), manutrisi
<i>Acinobachter spp.</i>	Aspirasi, selesai operasi abdomen
	Antibiotik sebelum onset pneumonia dan ventilasi mekanik.

2.1.1.5 Tanda Pneumonia

Tanda-tanda klinis utama yaitu demam, batuk, dan sesak. Termasuk tingkat pernapasan, kehadiran retraksi atau cuping hidung, mendengus, sianosis, pucat, dan penampilan umum telah digunakan untuk menilai status *cardiorespiration* bayi dan anak-anak. Namun, ketidakhadiran mereka tidak mengecualikan kemungkinan penyakit serius atau lebih rendah. Infeksi saluran pernafasan untuk menilai asosiasi fitur klinis (batuk, takipnea, demam dan *chest indrawing*) untuk pneumonia pada balita.⁷

Secara umum gambaran klinis pneumonia diklasifikasi menjadi 2 kelompok. Pertama, gejala umum misalnya demam, sakit kepala, malaise, nafsu

makan kurang, gejala gastrointestinal seperti mual, muntah dan diare. Kedua, gejala respiratorik seperti batuk, napas cepat (*tachypnoe/ fast breathing*), napas sesak (*retraksi dada/chest indrawing*), napas cuping hidung, *air hunger* dan sianosis. Hipoksia merupakan tanda klinis pneumonia berat. Anak dengan pneumonia dan hipoksemia 5 kali lebih banyak terjadi kematian dibandingkan dengan pneumonia tanpa hipoksemia.²

Pada pemeriksaan fisik penderita pneumonia khususnya bronkopneumonia ditemukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Pada inspeksi terlihat retraksi otot pernapasan tambahan dan pernapasan cuping hidung
- b. Pada palpasi ditemukan *vocal premitus* yang simetris
- c. Pada perkusi tidak terdapat kelainan
- d. Pada auskultasi ditemukan *crackles* yang nyaring

Gambaran radiologis mempunyai bentuk *diffuse bilateral* dengan peningkatan corakan bronkovascular dan infiltrat kecil dan halus yang tersebar di pinggir lapang paru.

Pada pemeriksaan laboratorium terdapat peningkatan jumlah leukosit. Hitung leukosit dapat membantu membedakan pneumonia viral dan bakterial. Infeksi virus leukosit normal atau meningkat dengan kadar tidak melebihi $20.000/\text{mm}^3$ dengan limfosit predominan sedangkan pada infeksi bakteri leukosit meningkat $15.000-40.000/\text{mm}^3$.²

2.1.1.6 Klasifikasi Pneumonia

1. Berdasarkan Klinis Dan Epidemiologis

- a. Pneumonia komuniti (*Community Acquired Pneumonia* = CAP)
- b. Pneumonia Nosokomial (*Hospital Acquired Pneumonia*)
- c. Pneumonia Aspirasi
- d. Pneumonia pada penderita *Immunocompromised*

2. Berdasarkan Bakteri Penyebab

- a. Pneumonia tipikal :
 - Akut, demam tinggi, menggigil, batuk produktif, nyeri dada
 - Radiologis lobar atau segmental
 - Leukositosis, bakteri Gram positif
 - Biasanya disebabkan bakteri ekstraseluler, *S. pneumoniae*, *S. piogenes* dan *H. influenza*
- b. Pneumonia Atipikal :
 - Tidak akut, demam tanpa menggigil, batuk kering, sakit kepala, nyeri otot, ronchi basah yang difus, leukositosis ringan
 - Penyebab biasanya: *Mycoplasma pneumoniae*, *Legionella pneumophila*, *Chlamydia pneumoniae*
- c. Pneumonia Virus
- d. Pneumonia Jamur

3. Berdasarkan Predileksi Lokasi /Luasnya Infeksi

- a. Pneumonia Lobaris
- b. Bronkopneumonia
- c. Pneumonia Interstitialis

2.1.1.7 Patogenesis

Proses patogenesis pneumonia terkait dengan tiga faktor yaitu keadaan (imunitas) inang, mikroorganisme yang menyerang pasien dan lingkungan yang berinteraksi satu sama lain. Interaksi ini akan menentukan klasifikasi dan bentuk manifestasi dari pneumonia, berat ringannya penyakit, diagnosis empirik, rencana terapi secara empiris serta prognosis dari pasien. Pada hasil pemeriksaan radiografi, etiologi dan patogenesis menentukan letak lesi.⁵

Cara terjadinya penularan berkaitan dengan jenis kuman, misalnya infeksi melalui droplet sering disebabkan oleh *Streptococcus pneumoniae*, melalui selang infus oleh *Staphylococcus aureus* sedangkan pada pemakaian ventilator oleh *P.aeruginosa* dan *Enterobacter*. Selain itu terjadinya perubahan karakteristik kuman akibat penggunaan antibiotik tidak tepat dan populasi lingkungan. Patogen yang masuk saluran napas bawah tersebut mengalami kolonisasi setelah dapat melewati hambatan mekanisme pertahanan inang berupa daya tahan mekanik (epitel cilia dan mukus) dan selular (leukosit, polinuklear, makrofag, limfosit dan sitokin).⁶

Beberapa jenis patogen penyebab pneumonia akan memperlihatkan gambaran radiologi yang berbeda pula. Pada pneumonia yang disebabkan oleh *Streptococcus pneumoniae*, lesi akan terletak pada bagian apex paru. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan oksigen yang tinggi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri ini. Pada pneumonia yang disebabkan oleh bakteri anaerob gambaran sinar-X toraks menunjukkan konsolidasi dengan satu ruang yang berisi batas air dan udara pada bagian itu tergantung dengan posisi pasien.

Invasi bakteri ke parenkim paru menimbulkan konsolidasi eksudatif jaringan ikat paru yang bisa lobular (bronkopneumoni), lobar atau interstitial. Pneumonia dimulai dengan terjadinya hiperemi akibat pelebaran pembuluh darah, eksudasi cairan intra-alveolar, penumpukan fibrin dan infiltrasi neutrofil yang dikenal dengan stadium hepatisasi merah. Konsolidasi jaringan menyebabkan penurunan *compliance* paru dan kapasitas vital. Peningkatan aliran darah yang melewati paru yang terinfeksi menyebabkan terjadinya pergeseran fisiologis yang kemudian menyebabkan hipoksia

2.1.1.8 Diagnosis

Penegakkan diagnosis dibuat dengan maksud pengarahannya kepada pemberian terapi yaitu dengan cara mencakup bentuk dan luas penyakit, tingkat berat penyakit dan perkiraan jenis kuman penyebab infeksi. Diagnosis pneumonia didasarkan kepada riwayat penyakit yang lengkap, pemeriksaan fisik yang teliti dan pemeriksaan penunjang.⁶

- Anamnesis
 - a. Evaluasi faktor pasien/predisposisi
Penyakit Paru Obstruksi Kronis (*H.influenzae*), penyakit kronik (kuman jamak), kejang/tidak sadar (aspirasi gram negatif, aerob), penurunan imunitas (kuman gram negatif), *Pneumocystic carinii*, CMV, *Legionella*, jamur, *Mycobacterium*), kecanduan obat bius.⁶
 - b. Usia pasien
Bayi (virus), muda (*M.pneumoniae*), dewasa (*S.pneumonia*).⁶

- Pemeriksaan Fisik

Nafas cepat dapat dinilai dengan menghitung frekuensi nafas selama satu menit penuh ketika bayi dalam keadaan tenang.⁸

WHO mengidentifikasi *tachypnea* pada bayi yaitu 50x/menit, sedangkan pada anak-anak 40x/menit.

- Pemeriksaan Penunjang

- a. Pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan laboratorium terdapat peningkatan jumlah leukosit sekitar 15.000-40.000/mm³, dengan predominan polimorfonuklear. Untuk menentukan diagnosis etiologi diperlukan pemeriksaan sputum, kultur darah dan serologi. Kultur darah dapat positif pada 20-25% penderita yang tidak diobati.⁹

- b. Pemeriksaan Rontgen toraks

Foto Rontgen toraks pada pneumonia ringan tidak rutin dilakukan, hanya direkomendasikan pada pneumonia berat yang dirawat.

Secara umum gambaran foto toraks terdiri dari:

- 1) Infiltrat interstitial

Ditandai dengan peningkatan corakan bronkovaskular

- 2) Infiltrat alveolar

Merupakan konsolidasi paru dengan *air bronchogram*. Konsolidasi dapat mengenai satu lobus yang disebut pneumonia lobaris.

3) Bronkopneumonia

Ditandai dengan adanya gambaran difus merata pada kedua paru, berupa gambaran bercak-bercak infiltrat yang meluas hingga perifer paru dan dengan peningkatan corakan peribronkial.⁸

2.1.1.9 Pencegahan

Upaya pencegahan merupakan komponen strategis pemberantasan pneumonia pada anak terdiri dari pencegahan melalui imunisasi dan non-imunisasi. Imunisasi terhadap patogen yang bertanggung jawab terhadap pneumonia merupakan strategi pencegahan spesifik. Pencegahan non-imunisasi merupakan pencegahan non-spesifik misalnya mengatasi berbagai faktor risiko seperti polusi udara dalam ruang, merokok, kebiasaan perilaku tidak sehat/bersih, perbaikan gizi dan dan lain-lain.²

2.1.1.10 Tatalaksana

Sebagian besar pneumonia pada anak tidak perlu di rawat inap. Indikasi perawatan terutama berdasarkan berat-ringannya penyakit. Dasar tatalaksana pneumonia rawat inap adalah pengobatan kausal dengan antibiotik yang sesuai, serta tindakan suportif. Pengobatan suportif meliputi pemberian cairan intravena dan terapi oksigen.⁶

2.1.1.11 Komplikasi

Komplikasi pada pneumonia dapat terjadi di ekstrapulmoner, yaitu pada pneumonia *pneumococcus* dijumpai 10% kasus berupa meningitis, arthritis, endokarditis, perikarditis, peritonitis dan empiema. Empiema torasis merupakan komplikasi tersering yang terjadi pada pneumonia bakteri. Pada anak berusia 2-24

bulan banyak dilaporkan mengenai komplikasi miokarditis (tekanan sistolik ventrikel kanan meningkat dan gagal jantung).⁸

Tabel. 2.3 Komplikasi Pneumonia Yang Sering Terjadi Pada Balita

Komplikasi dari pneumonia
<i>Pulmonary</i>
Efusi pleura atau empiema
<i>Pneumotoraks</i>
<i>Lung abscess</i>
<i>Bronchopleural fistula</i>
<i>Necrotizing pneumonia</i>
<i>Acute respiratory failure</i>
Metastasis
Meningitis
<i>Central nervous system abscess</i>
Perikarditis
Endokarditis
Osteomielitis
<i>Septic arthritis</i>
<i>Systemic</i>
<i>Systemic inflammatory response syndrome or sepsis</i>
<i>Hemolytic uremic syndrome</i>

2.1.1.12 Prognosis

Prognosis pneumonia pada umumnya baik, tergantung dari faktor penderita, bakteri penyebab dan penggunaan antibiotik yang tepat serta adekuat. Perawatan yang baik dan intensif sangat mempengaruhi prognosis penyakit penderita yang dirawat.¹⁰

Kejadian pneumonia di USA adalah 3,4-4 juta kasus pertahunnya, 20% diantaranya perlu dirawat di rumah sakit. Secara umum angka kematian pneumonia oleh pneumokokku adalah sebesar 5% pada penderita rawat jalan.

2.2 Radiologi

Radiologi adalah salah satu cabang ilmu kedokteran untuk melihat bagian tubuh manusia menggunakan pancaran atau radiasi gelombang, baik gelombang

elektromagnetik maupun gelombang mekanik. Perkembangan teknologi ini pada awalnya menggunakan frekuensi sinar-X lalu berkembang menjadi lebih kompleks. Beberapa hal terkait perkembangan sinar-X adalah sebagai berikut.

a. Sejarah

Pemeriksaan radiologi konvensional pada tubuh manusia merupakan perkembangan dari diagnosis radiologi pertama pada tahun 1895 saat Wilhelm Roentgen menghasilkan gambar sinar-X dari tangan isterinya. Sejak saat itu, radiologi konvensional masih berperan penting dalam praktik *diagnostic imaging*.¹¹

b. Teori fisika terhadap sinar-X

Radiasi merupakan pancaran energi dalam bentuk partikel atau gelombang yang melewati suatu materi, kemudian membentuk partikel bermuatan positif dan negatif, maka proses ini disebut radiasi ionisasi. Salah satu contoh radiasi ionisasi yaitu radiasi sinar. Radiasi sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan rentang panjang gelombang kurang lebih dari 0,01 nm hingga 10 nm dan energinya kurang lebih dari 100 eV hingga 100 keV. Radiasi sinar X ini dipakai secara meluas dalam bidang kedokteran terutama untuk tujuan diagnostik.

c. Karakteristik Sinar-X

Sinar-X dapat pula terbentuk melalui proses perpindahan elektron atom dari tingkat energi yang lebih tinggi menuju ke tingkat energi yang lebih rendah

d. Interaksi Radiasi dengan Materi Fisik

Berkurangnya energi dari sinar-X pada saat melewati suatu materi fisik terjadi karena tiga proses utama, yaitu efek fotolistrik, hamburan Compton, dan produksi pasangan.

e. Pengukuran dosis serap radiasi

Pada pemeriksaan radiodiagnostik pengukuran dosis pada pasien dapat dilakukan dalam tiga cara yaitu, permukaan dosis masuk yang dikenal sebagai *Entrance Surface/Skin Dose* (ESD), dosis gonad serta dosis pada sumsum tulang.

Besarnya terimaan dosis paparan radiasi secara matematis dapat dihitung seperti pada persamaan berikut ini:

$$X = \frac{v^2 i t}{d^2}$$

dimana, X = Dosis paparan radiasi (mR)

v = Tegangan tabung (kV)

i = Arus tabung (mA)

t = Waktu penyinaran (s)

d = Jarak Fokus ke Film (cm)

Dari rumus di atas maka dapat diketahui masing-masing besar atau jumlah dosis paparan radiasi yang akan diterima pasien. Karena 1 Roentgen sama dengan 0,877 rad dosis di udara, sehingga untuk mengetahui dosis serap yang diterima oleh pasien yaitu dengan cara mengalikan dosis paparan radiasi dengan 0,877 rad.

f. Penggolongan usia dan rekomendasi dosis radiasi pada anak

Data dosis pada anak sangat sulit untuk didapatkan, karena tinggi dan berat badan anak sangat tergantung pada usia. Oleh karena itu, untuk membandingkannya 19 maka dibuat sebuah kesepakatan yang dicapai dalam Serikat Eropa untuk mengumpulkan data dari lima standart usia, yaitu usia <1 tahun (bagi bayi), 1-5 tahun, 5-10 tahun, dan anak usia 10-15 tahun.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) yang merupakan suatu lembaga dengan mandat untuk menilai dosis dan melaporkan tingkat serta efek paparan dari radiasi pengion. Nilai dosis yang direkomendasikan disajikan dalam tabel di bawah ini.

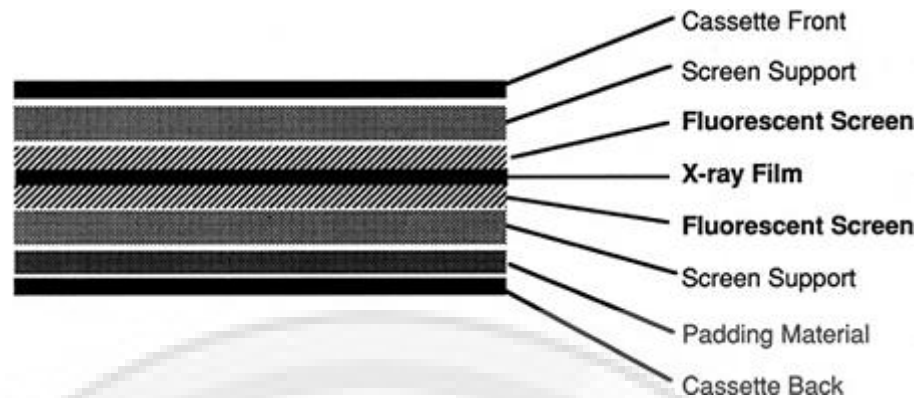
Tabel 2.4 Dosis Serap Radiasi Oleh UNSCEAR²¹

Umur Pasien (Tahun)	Dosis serap (mGy)
<1	0,0200
1-5 tahun	0,0300
5-10 tahun	0,0400
10-15 tahun	0,0500

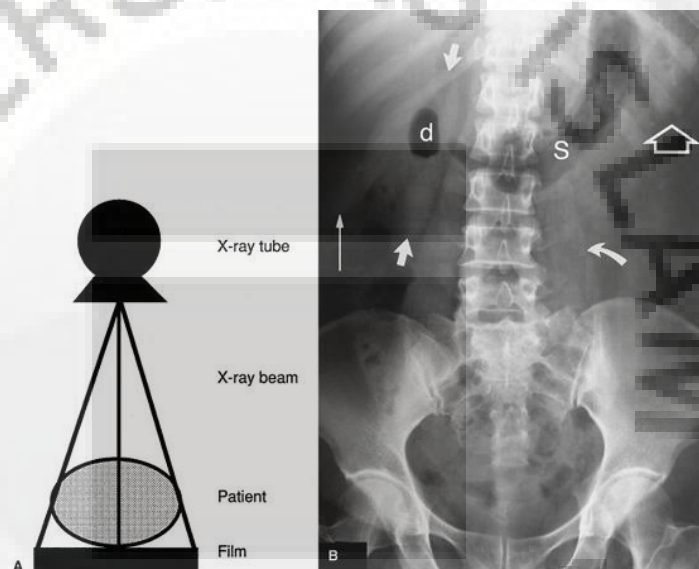
g. Macam-macam radiografi

Sinar-X adalah bentuk radiasi energi yang hampir sama dengan cahaya lain yang dapat terlihat. Sinar-X berbeda dengan cahaya lain dari panjang gelombangnya yang pendek dan kemampuannya dalam menembus banyak substansi yang *opaque* terhadap cahaya. Gelombang sinar-X dihasilkan menuju target dengan gelombang elektron dari tabung sinar-X.

Radiografi film konvensional menggunakan bantuan sistem layar film dalam kaset film sebagai detektor sinar-X. Saat sinar-X menembus tubuh manusia, dia akan berinteraksi dengan jaringan tubuh (menyerap dan menyebarkan) dan menghasilkan pola gambar pada film yang dikenal sebagai anatomi tubuh. Sinar-X yang dipancarkan menuju tubuh pasien memendarkan partikel-partikel yang berada di permukaan film, menyebabkan adanya reaksi interaksi *photochemical* yang memancarkan cahaya, yang mencetak hasil fotografi di kaset film. Film dilepaskan dari kaset lalu diproses menggunakan *automated chemical film processor*. Hasil akhirnya adalah gambaran dari anatomi pasien pada bagian film.



Gambar 2.2 Kaset sinar-X
Dikutip dari : Fundamental Basic of Radiology¹⁴



Gambar 2.3 Radiografi konvensional
Dikutip dari : Fundamental Basic of Radiology¹⁴

Computed radiography (CR) adalah sistem tanpa film yang mengeliminasi proses kimia dan menghasilkan *digital radiographic image*. CR mengganti gambaran lempeng fosfor untuk layar kaset film. Dengan sinyal tabung sinar-X dan paparan yang sama mengontrol sistem yang digunakan di radiografi konvensional di CR. Hasil gambaran lempeng yang diselimuti oleh fosfor berinteraksi dengan sinar-X ditransmisikan melewati pasien untuk menangkap gambaran yang laten. Lempengan fosfor diletakkan di alat pembaca yang

memindai lempeng tersebut dengan *helium-neon laser*, memancarkan cahaya yang akan ditangkap oleh *photomultiplier tube* dan diproses menjadi gambaran digital.

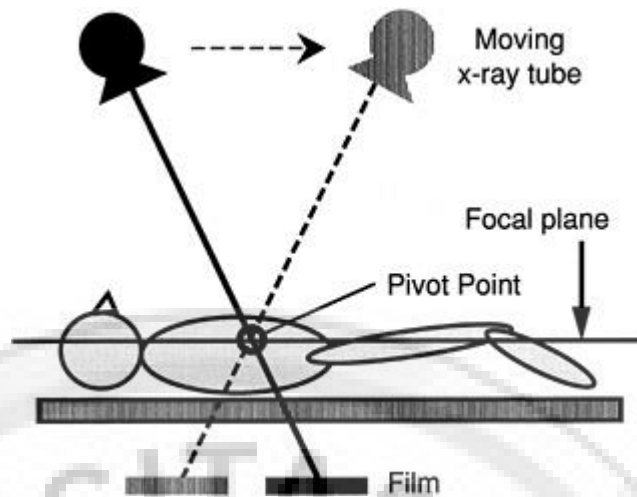
Hasil gambar *digital* dikirimkan ke sistem komputer *picture archiving communication system* (PACS). Lalu PACS menyimpan dan mengirimkan gambaran *digital* menggunakan jaringan komputer untuk memberikan akses *instan* untuk dokter dan pelayanan kesehatan.

Digital radiography (DR) menyediakan sistem tanpa film dan kaset untuk menangkap gambaran sinar-X dalam format *digital*. DR mengganti *fixed electronic detector* atau *charged-coupled device* untuk layar kaset film atau gambaran lempeng forsfor.

Pada film radiografi dibagi beberapa jenis:

1. *Conventional Tomography*

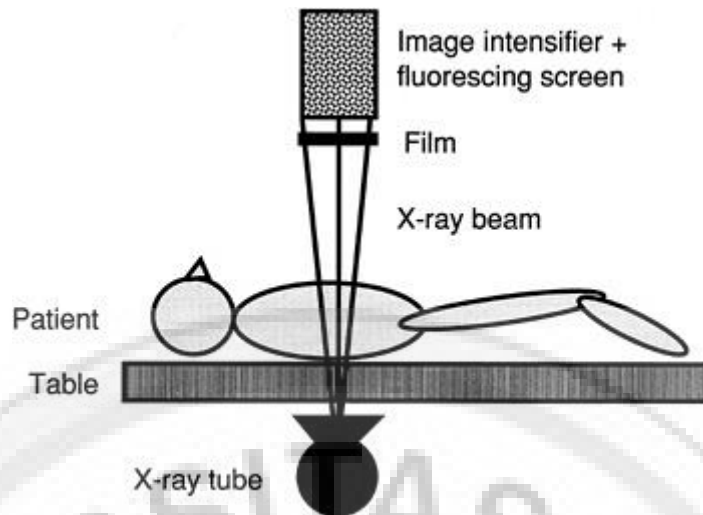
Menyediakan hasil radiografi dari potongan pasien. Prosedur ini dilakukan dengan menggerakkan tabung dan detektor sinar-X ke sekeliling titik poros yang berpusat di garis anatomi pasien yang akan dipelajari.



Gambar 2.4 Tomografi konvensional
Dikutip dari : Fundamental Basic of Radiology¹⁴

2. *Flouroscopy*

Menghasilkan gambaran visual radiografi dari struktur anatomi yang bergerak. Sinar-X secara berkelanjutan melewati pasien dan jatuh di *fluorescing screen*. Pola cahaya lemah yang dipancarkan dari *fluorescing screen* diperkuat secara elektronik oleh *image intensifier* dan gambar ditampilkan pada layar monitor televisi dan direkam secara *digital* sebagai satuan gambar atau sekumpulan gambar untuk dilihat. *Flouroscopy* sangat berguna untuk mengevaluasi gerakan seperti gerakan peristaltik pada pencernaan, gerakan diafragma saat pernapasan, dan gerakan jantung.



Gambar 2.5 *Flouroscopy*

Dikutip dari : *Fundamental Basic of Radiology*¹⁴

3. *Conventional angiography*

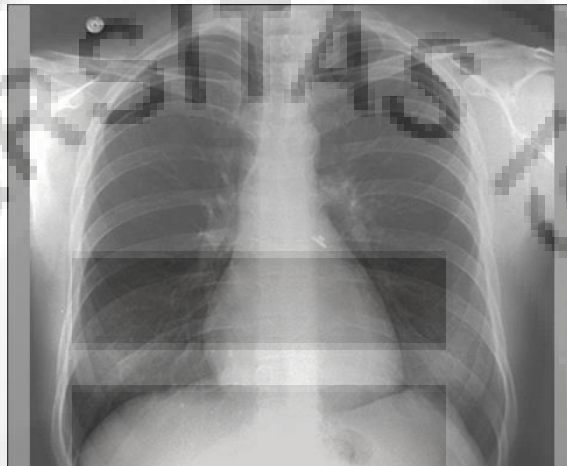
Melibatkan tampilan putih (*opaque*) pembuluh darah dengan agen kontras iodin pada injeksi intravaskular. *Conventional arteriography* menggunakan kateter kecil dan fleksibel yang diletakkan di sistem arteri.

h. Penamaan dari pandang radiografi

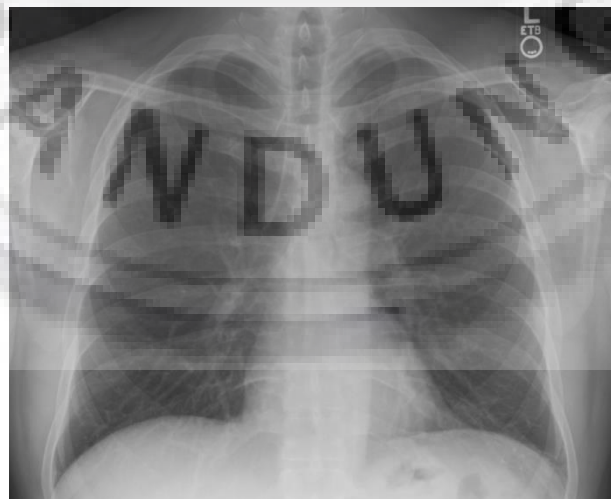
Penamaan hasil radiografi berdasarkan dari arah sinar-X menembus pasien. Posteroanterior (PA) pada pemeriksaan radiografi dada dinamakan karena sinar-X masuk dan melewati bagian punggung dan keluar melalui bagian depan pasien yang sudah ditempelkan detektor sinar-X dibagian dada pasien. Sedangkan anteroposterior (AP) pada pemeriksaan radiografi dada karena sinar-X yang masuk melewati tubuh pasien dari depan ke belakang. Selain itu penamaan dari pandang radiografi juga terbagi atas lateral, lateral dekubitus, dan *oblique*.

Craniocaudad (CC) mamogram dihasilkan dengan memancarkan sinar melewati payudara dengan arah vertikal (kranial ke kaudal), dengan posisi pasien yang duduk atau berdiri.

Penamaan gambaran radiografi disesuaikan dengan posisi pasien, bisa ditentukan dengan posisi *erect*, *supine* atau *prone*. Posisi lainnya bisa berupa lateral dengan memancarkan sinar dari sisi pasien.



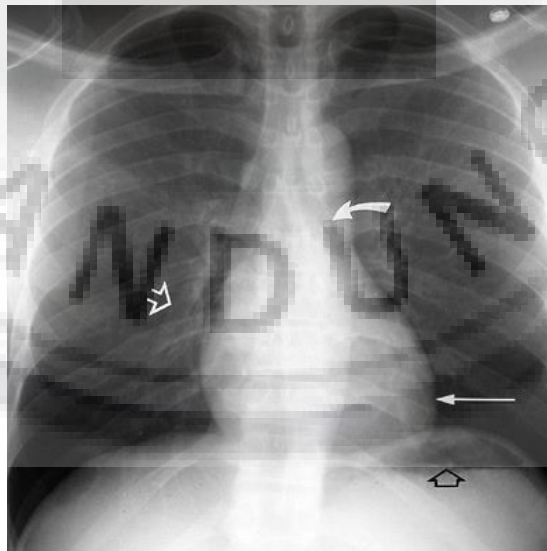
Gambar 2.6 Sinar-X toraks anteroposterior normal
Dikutip dari : Medscape⁸



Gambar 2.7 X-ray toraks posteroanterior normal
Dikutip dari : Medscape⁸

Prinsip interpretasi

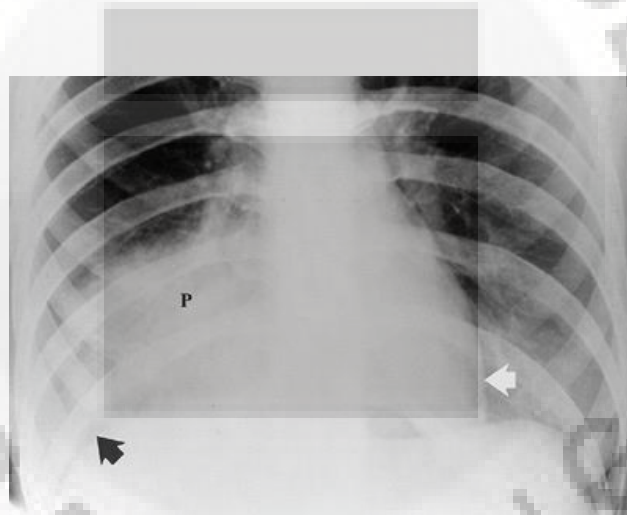
Radiografi konvensional mendemonstrasikan lima dasar kepadatan radiografi yaitu udara, lemak, jaringan lunak, tulang dan metal (atau agen kontras sinar-X). Udara menyerap sedikit sinar-X sehingga memungkinkan gaya penuh untuk menghasilkan gambar yang lebih gelap. Tulang, metal dan agen kontras radiografi menyerap banyak proporsi cahaya sinar-X, menyebabkan sedikit radiasi yang lolos untuk membuat tampilan yang gelap sehingga tulang, metal, dan agen kontras sinar-X tampak putih pada hasil radiografi. Lemak dan jaringan lunak menyerap sinar-X dengan jumlah yang sedang menghasilkan derajat proporsional dari gambar yang menghitam (*shades of gray*). Struktur yang tebal lebih banyak radiasi daripada struktur yang tipis pada komposisi yang sama. Struktur anatomi dapat terlihat pada gambaran radiografi ketika berbagai komposisi penyerapan terjadi. Udara pada pembuluh darah paru menghasilkan pola detail dari parenkim paru.



Gambar 2.8 Erect PA

Dikutip dari : Fundamental Basic of Radiology¹⁴

Lemak pada abdomen memungkinkan gambaran batas hepar, empedu dan ginjal terlihat. Kepadatan yang tinggi pada tulang memungkinkan untuk terlihatnya *detail* tulang melewati jaringan lunak. Objek metal seperti klip bedah biasanya terlihat jelas karena objek tersebut banyak menyerap sinar. Agen kontras radiografi adalah suspensi dari komponen iodin dan barium yang menyerap banyak sinar-X dan biasanya digunakan untuk menegaskan struktur anatomi. Adanya penyakit membuat organ anatomi yang normalnya terlihat jelas menjadi samar. Contohnya, pada keadaan pneumonia di bagian lobus kanan tengah paru, cairan menggantikan udara yang seharusnya berada di alveoli dan menutupi batas kanan jantung.



Gambar 2.9 Pneumonia lobus kanan tengah paru
Dikutip dari : Fundamental Basic of Radiology¹⁴

2.2.1 Radiologi toraks

Posisi pada radiologi toraks biasanya menggunakan anteroposterior, posteroanterior atau lateral.

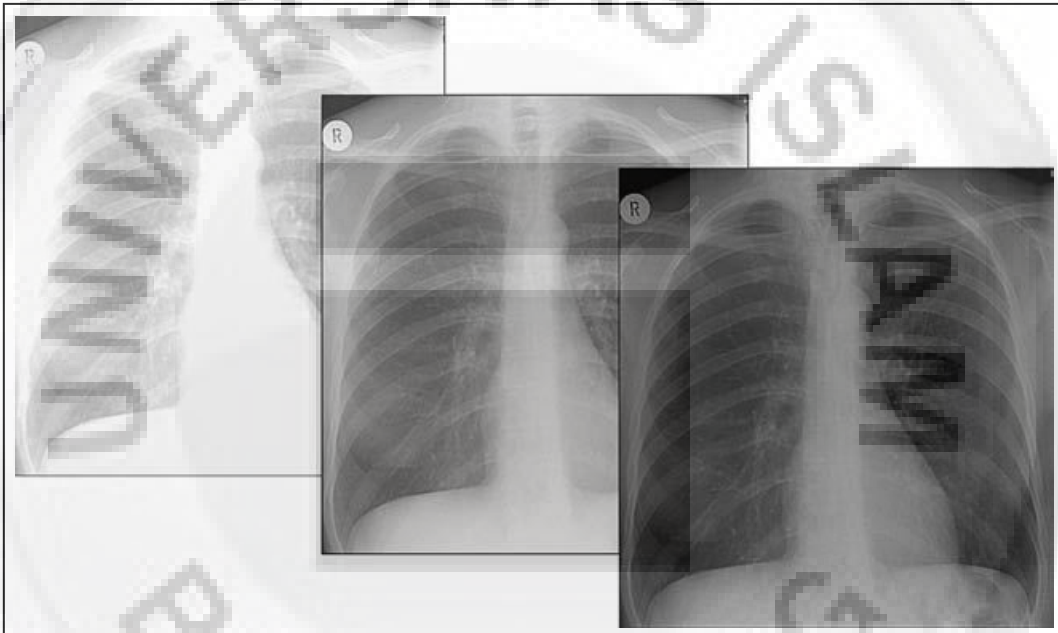
Cara membaca:

1. *Quality assesment*

A. Label

- Cek identitas pasien
- Tentukan marka kanan dan kiri
- Tentukan posisi pengambilan gambar (AP atau PA)

B. *Assesment of exposure quality*



Gambar 2.10 Efek dari macam paparan pada kualitas dari gambar akhir

Dikutip dari : A-Z Chest Radiology¹⁵

- Pada hasil radiografi yang baik badan vertebra harus terlihat melalui jantung
- Apabila badan vertebra tidak terlihat maka jumlah foton sinar-X yang mencapai film sinar-X tidak mencukupi. Sebagai hasilnya film akan terlihat lebih putih menyerupai kondisi patologi

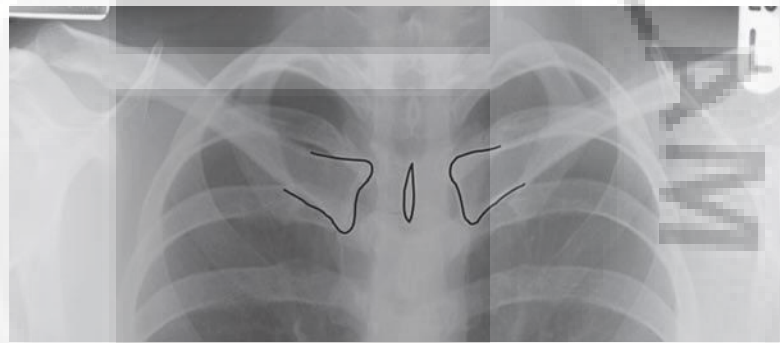


- Pada posisi anteroposterior dilakukan pada keadaan pasien yang tidak bisa berdiri ataupun pada anak yang tidak kooperatif

2. *Patient-dependent factors*

A. *Assesment of patient rotation*

- Identifikasi rotasi pasien merupakan hal penting. Rotasi pasien dapat menyebabkan gambaran anatomi normal toraks menjadi terbalik
- Pada hasil pemeriksaan sinar-X pada dada, ujung medial klavikula diproyeksikan di antara klavikula. Jika tidak sejajar, maka pasien dalam keadaan berputar ke kanan atau ke kiri. harus sejajar dengan prosesus spinosus pada badan vertebra.

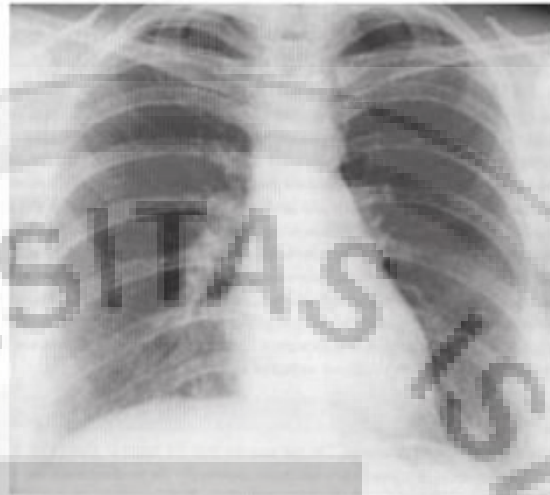


Gambar 2.12 Gambaran sinar-X lurus
Dikutip dari : *A-Z Chest Radiology*¹⁵

B. *Assesment of adequacy of inspiratory effort*

- Untuk memastikan bahwa pasien sudah melakukan usaha inspirasi yang adekuat dapat dilakukan dengan menghitung tulang iga anterior atau posterior yang terlihat
- Jika enam tulang iga anterior atau sepuluh tulang iga posterior terlihat, maka pasien sudah melakukan usaha inspirasi yang kuat

- Apabila terlihat kurang dari enam iga anterior maka menandakan usaha inspirasi yang kurang sedangkan apabila terlihat lebih dari enam iga anterior menandakan ekspansi berlebih dari paru

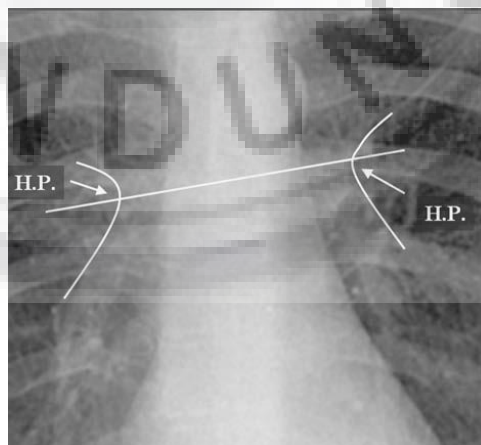


Gambar 2.13 Tamapak usaha inspirasi adekuat
Dikutip dari : *A-Z Chest Radiology*¹⁵

3. Review of important anatomy

A. Jantung dan mediastinum

- Perhitungan ukuran jantung
- Perhitungan regio hilum



Gambar 2.14 Tamapak normal dari hilum point
Dikutip dari : *A-Z Chest Radiology*¹⁵

Kedua hilum harus berbentuk konkaf. Bentuk tersebut dibentuk dari *superior pulmonary vein* yang menyilang dengan. Titik perpotongan tersebut disebut dengan hilar *point*.

- Perhitungan trakea
- Evaluasi kompartemen mediastinum

b. Paru-paru dan pleura

- Anatomi lobus

Terdapat tiga lobus di paru-paru kanan dan dua lobus di paru-paru kiri. Lobus kiri juga memiliki *lingula*, *lingula* merupakan lobus yang secara fungsional berbeda dengan lobus atas, tetapi secara anatomi merupakan bagian dari lobus atas.

Paru-paru kanan terdiri dari lobus atas, lobus tengah dan lobus bawah.

Paru-paru kiri terdiri dari lobus atas yang didalamnya terdapat *lingula* dan lobus bawah.

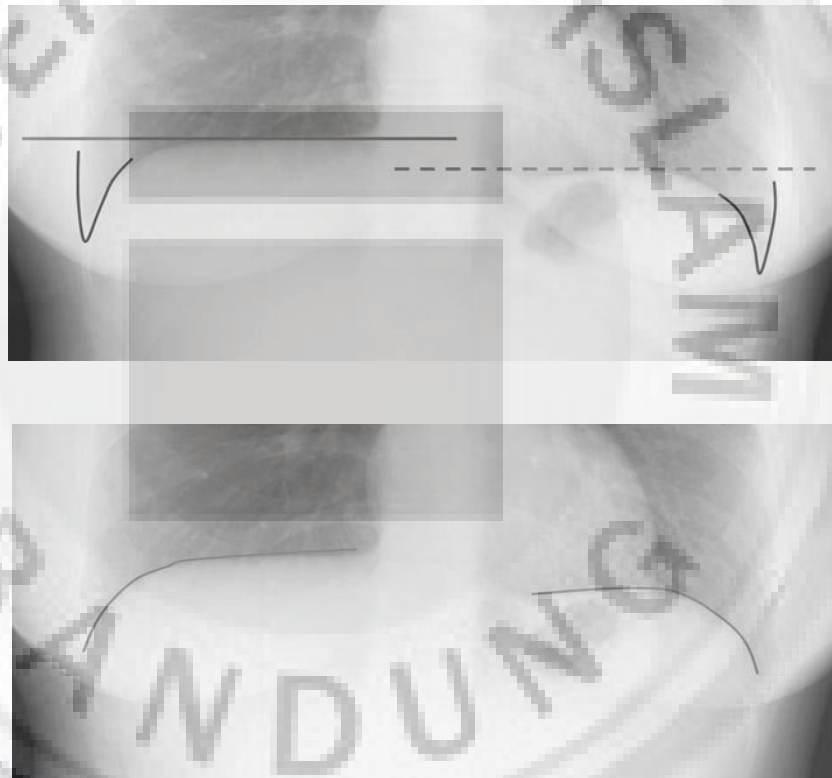
- Anatomi pleura

Terdapat dua lapisan pada pleura yaitu pleura *parietal* dan pleura *visceral*. Pleura *parietal* mengikuti garis dinding rongga toraks dan pleura *visceral* mengelilingi dari paru-paru. Kedua lapisan tersebut bersama-sama membentuk refleksi yang memisahkan lobus secara individu. Refleksi pleura disebut dengan *fissure*. Pada bagian paru-paru kanan terdapat *oblique fissure* dan *parietal fissure*. Lobus kanan atas menduduki diatas *horizontal fissure* (HF), lobus kanan bawah terdapat di belakang *oblique fissure* (OF) dan lobus tengah berada diantara lobus

atas dan lobus bawah. Pada sisi kiri, *oblique fissure* memisahkan antara lobus atas dan lobus bawah.

4. Diafragma

Titik tertinggi dari diafragma kanan biasanya 1-1,5 cm lebih tinggi daripada diafragma kiri. Setiap sudut kostofrenik harus bergaris tajam. Lekukan dari kedua hemidiafragma harus dihitung untuk mengidentifikasi kedataran dari diafragma. Titik tertinggi dari hemidiafragma harus setidaknya 1,5 cm di atas garis yang dibentuk dari *cardiophrenic* ke *costophrenic angle*.



Gambar 2.15 Tampak hemidiafragma dan *costophrenic angle*
Dikutip dari : A-Z Chest Radiology¹⁵

5. Tulang dan jaringan lunak

Perhitungan tulang dan jaringan lunak.

6. Pemahaman dari *silhouette sign*

Silhouette sign pertama di deskripsikan oleh *Felson* pada tahun 1950, yang berarti mendeteksi dan melokalisasikan keadaan abnormalitas dalam rongga paru. Secara keseluruhan terdapat empat dasar kepadatan yang di deteksi pada tampilan radiografi yaitu udara, lemak, jaringan lunak dan tulang. Jika dua jaringan lunak dengan kepadatan yang sama berdekatan satu sama lain tidak terlihat secara terpisah. Jika dua kepadatan yang sama dipisahkan oleh udara maka hubungan antara keduanya akan terlihat.

Silhouette sign memiliki dua kegunaan utama yaitu melokalisasi keabnormalitasan pada *frontal CXR* tanpa bantuan tampakan samping dan hilangnya garis luar pada hemidiafragma, batas jantung atau struktur lain yang di duga terdapat bayangan jaringan lunak dekat dengan bagian tersebut, seperti konsolidasi pada paru.

2.2.2 Radiologi pada pasien pneumonia

Gambaran radiologi toraks tidak dapat menentukan penyebab pneumonia, hanya merupakan petunjuk ke arah diagnosis etiologi, misalnya penyebab pneumonia lobaris tersering disebabkan oleh *Streptococcus pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* sering memperlihatkan infiltrat bilateral atau gambaran bronkopneumonia sedangkan *Klasiela pneumonia* sering menunjukkan konsolidasi yang terjadi pada lobus atas kanan meskipun dapat mengenai beberapa lobus. Berdasarkan gambaran umumnya pneumonia dibagi menjadi infiltrat interstitial, infiltrat alveolar dan bronkopneumonia.



3. Bronkopneumonia



Gambar 2.18 Bronkopneumonia
Dikutip dari : Medscape⁹

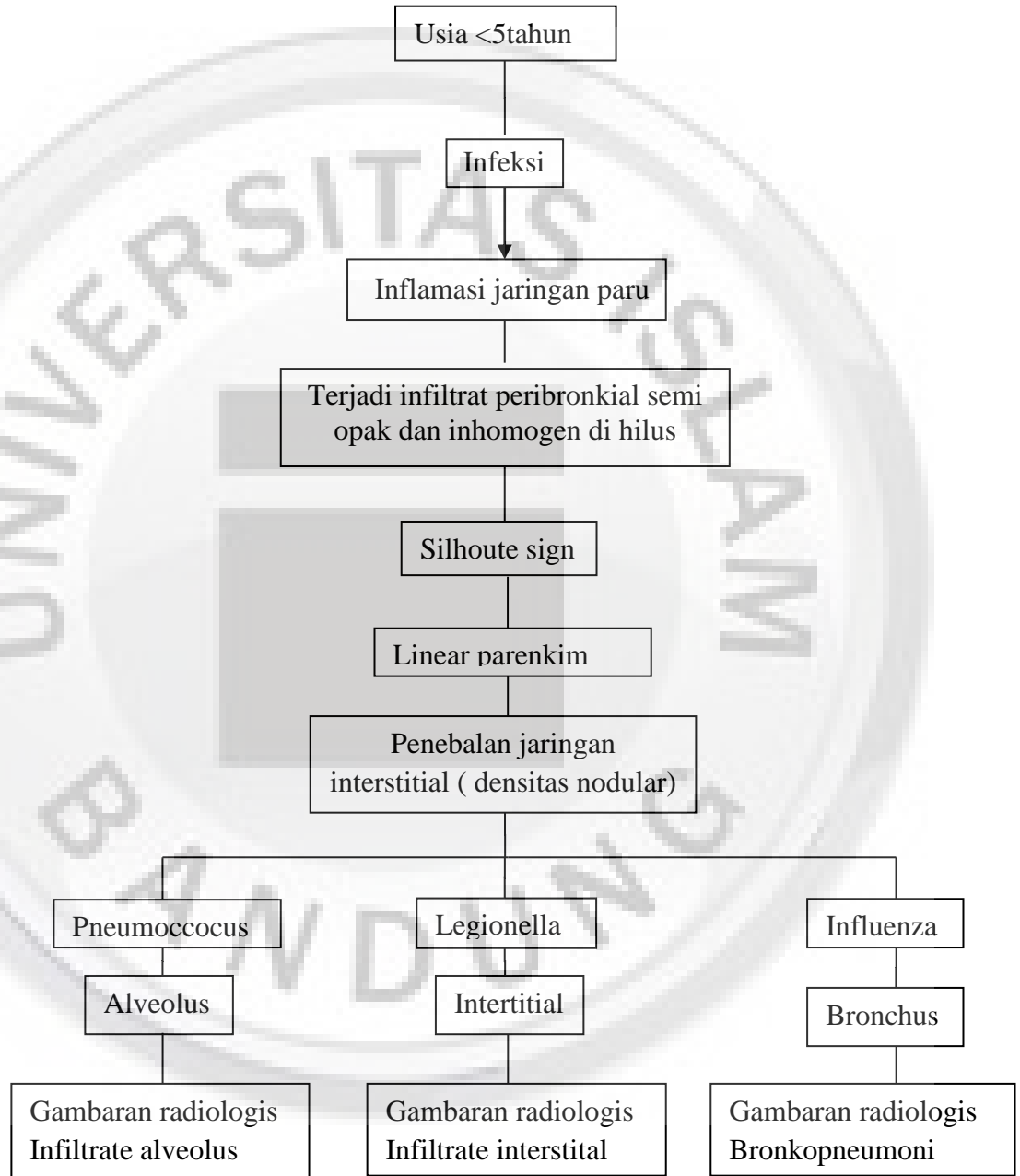
Pada gambaran umum bronkopneumonia ini terdapat bercak jelas pada bagian bronkus sampai ke tepi bronkus membuat corak infiltrat peribronkial yang inhomogen dan menyebabkan batas jantung biasanya menghilang.

2.3 Kerangka Pemikiran

Pneumonia merupakan infeksi pada paru yang sebagian besar disebabkan oleh *Streptococcus pneumoniae* yang merupakan penyebab kematian anak khususnya pada balita diantara penyakit ISPA lainnya yaitu sekitar 80 -90%. Biasanya pneumonia menyebabkan gambaran infiltrasi pada gambaran radiologi yang disebabkan oleh proses inflamasi yang menyebabkan sel goblet dalam paru menghasilkan banyak mukus, atau pada reaksi lanjutan dapat menyebabkan terbentuknya jaringan parut. Letak dari infiltrasi tersebut beragam sesuai dengan klasifikasi dari pneumonia mulai dari jaringan interstitial, alveolus, maupun

tampakkan bronkopneumoni yang tampakannya menjadi bercak infiltrat yang meluas sesuai dengan lapang pandang paru.

2.3.1 Diagram Kerangka Pemikiran



Gambar 2.24 Diagram kerangka pemikiran