

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Anatomi dan fisiologi**

##### **2.1.1 Paru**

Paru merupakan salah satu organ vital yang memiliki fungsi utama sebagai alat respirasi dalam tubuh manusia, paru secara spesifik memiliki peran untuk terjadinya pertukaran oksigen (O<sub>2</sub>) dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Pertukaran ini terjadi pada alveolus – alveolus di paru melalui sistem kapiler.<sup>16</sup>

Paru terdiri atas 3 lobus pada paru sebelah kanan, dan 2 lobus pada paru sebelah kiri. Pada paru kanan lobus – lobusnya antara lain yakni lobus superior, lobus medius dan lobus inferior. Sementara pada paru kiri hanya terdapat lobus superior dan lobus inferior. Namun pada paru kiri terdapat satu bagian di lobus superior paru kiri yang analog dengan lobus medius paru kanan, yakni disebut sebagai lingula pulmonis. Di antara lobus – lobus paru kanan terdapat dua fissura, yakni fissura horizontalis dan fissura obliqua, sementara di antara lobus superior dan lobus inferior paru kiri terdapat fissura obliqua.<sup>17</sup>

Paru sendiri memiliki kemampuan *recoil*, yakni kemampuan untuk mengembang dan mengempis dengan sendirinya. Elastisitas paru untuk mengembang dan mengempis ini di sebabkan karena adanya surfactan yang dihasilkan oleh sel alveolar tipe 2.<sup>16</sup> Namun selain itu mengembang dan mengempisnya paru juga sangat dibantu oleh otot – otot dinding thoraks dan otot pernafasan lainnya, serta tekanan negatif yang teradapat di dalam cavum pleura.<sup>16</sup>

### 2.1.2 Cavum thoraks

Paru terletak pada sebuah ruangan di tubuh manusia yang di kenal sebagai cavum thoraks. Karena paru memiliki fungsi yang sangat vital dan penting, maka cavum thoraks ini memiliki dinding yang kuat untuk melindungi paru, terutama dari trauma fisik. Cavum thoraks memiliki dinding yang kuat yang tersusun atas 12 pasang costa beserta cartilago costalisnya, 12 tulang vertebra thoracalis, sternum, dan otot – otot rongga dada. Otot – otot yang menempel di luar cavum thoraks berfungsi untuk membantu respirasi dan alat gerak untuk extremitas superior.<sup>17</sup>

### 2.1.3 Pleura

Selain mendapatkan perlindungan dari dinding cavum thoraks, paru juga dibungkus oleh sebuah jaringan yang merupakan sisa bangunan embriologi dari coelom extra-embryonal yakni pleura. Pleura sendiri dibagi menjadi 3 yakni pleura parietal, pleura visceral dan pleura bagian penghubung. Pleura visceral adalah pleura yang menempel erat dengan substansi paru itu sendiri. Sementara pleura parietal adalah lapisan pleura yang paling luar dan tidak menempel langsung dengan paru. Pleura bagian penghubung yakni pleura yang melapisi radiks pulmonis, pleura ini merupakan pleura yang menghubungkan pleura parietal dan pleura visceral.<sup>17</sup>

Pleura parietal memiliki beberapa bagian antara lain yakni pleura diafragmatika, pleura mediastinalis, pleura sternocostalis dan cupula pleura. Pleura diafragmatika yakni pleura parietal yang menghadap ke diafragma. Pleura mediastinalis merupakan pleura yang menghadap ke mediastinum thoraks, pleura

sternocostalis adalah pleura yang berhadapan dengan costa dan sternum. Sementara cupula pleura adalah pleura yang melewati apertura thoracis superior.<sup>17</sup> Pada proses fisiologis aliran cairan pleura, pleura parietal akan menyerap cairan pleura melalui stomata dan akan dialirkan ke dalam aliran limfe pleura.<sup>1,16</sup>

Di antara pleura parietal dan pleura visceral, terdapat celah ruangan yang disebut cavum pleura. Ruangan ini memiliki peran yang sangat penting pada proses respirasi yakni mengembang dan mengempisnya paru, dikarenakan pada cavum pleura memiliki tekanan negatif yang akan tarik menarik, di mana ketika diafragma dan dinding dada mengembang maka paru akan ikut tertarik mengembang begitu juga sebaliknya. Normalnya ruangan ini hanya berisi sedikit cairan serous untuk melumasi dinding dalam pleura.<sup>16,17</sup>

## **2.2 Efusi pleura masif**

Efusi pleura didefinisikan sebagai terkumpulnya cairan abnormal di dalam cavum pleura. Seperti yang sudah disampaikan sebelumnya bahwa cavum pleura merupakan ruangan yang hanya berisi sedikit cairan serous untuk melumasi dinding dalam pleura. Namun pada kondisi ini, di dalam cavum pleura terdapat cairan yang berlebih, sehingga dengan jumlah cairan yang berlebih tadi, akan menekan paru menyebabkan paru akan sulit untuk mengembang. Kondisi paru yang sulit mengembang nantinya akan menyebabkan berkurangnya *oxygen intake* dari pasien dan dapat menimbulkan berbagai macam komplikasi sistemik hingga ke arah kematian.<sup>1,2,3,4</sup>

Cairan abnormal yang terakumulasi di dalam cavum pleura bisa berasal dari berbagai sumber cairan, antara lain dapat berasal dari robeknya pembuluh darah, robeknya pembuluh limfe, ekstrasvasasi yang berasal dari kapiler paru, fistula dari cavum peritoneum dan hasil sisa infeksi berupa pus.<sup>1,4</sup>

Efusi pleura masif yakni adanya akumulasi cairan abnormal pada cavum pleura yang memiliki jumlah yang besar, yakni di atas 50 % pada gambaran radiologis dan atau memiliki volume di atas 600 cc.<sup>6</sup>

Di Amerika Serikat tercatat 1,5 juta orang mengalami efusi pelura setiap tahunnya dengan etiologi terbanyak adalah keganasan (27%).<sup>1,3</sup> Sementara di Indonesia penderita yang mengalami efusi pleura kebanyakan adalah akibat proses infeksi. Dua infeksi yang paling sering menyebabkan efusi pleura yakni tuberculosis dan infeksi dengue.<sup>4</sup> Sementara untuk kondisi efusi pleura masif, keganasan merupakan etiologi utama.<sup>1,5</sup>

Efusi pleura secara spesifik dinamakan berdasarkan jenis cairan abnormal yang terakumulasi secara abnormal di cavum pleura, yang berasal dari sumber – sumber tertentu seperti yang disebutkan pada paragraf sebelumnya. Jenis – jenis efusi pleura antara lain<sup>1,3</sup> :

Hidrothoraks	: Terakumulasinya cairan serous
Hemothoraks	: Terakumulasinya darah
Kilothoraks	: Terakumulasinya cairan limfe
Pyothoraks	: Terakumulasinya cairan pus sisa infeksi

Akumulasi cairan abnormal pada cavum pleura jarang terjadi akibat proses primer dan lebih sering terjadi melalui proses sekunder dan disebabkan oleh penyakit lain. Secara garis besar jenis cairan pleura dibedakan menjadi dua untuk mempermudah diagnosis diferensial, yakni cairan efusi pleura transudat dan cairan pleura eksudat.<sup>1,3,5</sup>

Efusi pleura transudat dapat terbentuk oleh karena peningkatan tekanan hidrostatik, penurunan tekanan onkotik, peningkatan tekanan negatif cavum pleura dan dapat juga berasal dari cairan ascites yang masuk melalui diafragma. Sementara cairan efusi pleura eksudatif dapat terbentuk oleh karena peningkatan permeabilitas kapiler dan atau terganggunya sistem drainase limfe yang terjadi akibat adanya proliferasi atau inflammasi. Untuk membedakan dua jenis ini, cairan efusi pleura digolongkan melalui kriteria Light.<sup>1,3,5</sup>

Berikut ini adalah penyakit – penyakit yang mendasari terjadinya efusi pleura berdasarkan jenis cairan efusi pleura<sup>1</sup> :

**Tabel 2. Jenis efusi pleura berdasarkan etiologi**

No.	Jenis Efusi Pleura	Etiologi
1.	Efusi Pleura transudat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gagal jantung</li> <li>- Hypoproteinemia</li> <li>- Atelectasis</li> <li>- Hepatic hydrothoraks</li> <li>- Gangguan ginjal</li> </ul>

---

2.	Efusi Pleura eksudat	- Keganasan
		- Infeksi

---

### 2.3 Diagnosis efusi pleura

Diagnosis untuk menentukan pasien dengan efusi pleura diawali dengan melakukan anamnesis. Pada tahapan awal, anamnesis harus dilakukan dengan melihat kondisi kegawatan pasien, apabila kondisi tidak memungkinkan maka tindakan penyelamatan lebih diutamakan pada pasien gawat darurat dikarenakan efusi pleura. Pada proses anamnesis pasien dengan efusi pleura masif harus dicari informasi – informasi terkait penyakit tersebut, antara lain dyspneu sebagai gejala utama, lama mulai dirasakan sesak, riwayat penyakit – penyakit yang juga dapat mendasari kondisi efusi pleura juga perlu ditanyakan, seperti riwayat infeksi, riwayat penyakit ginjal, riwayat penyakit jantung dan lain lain.<sup>18</sup>

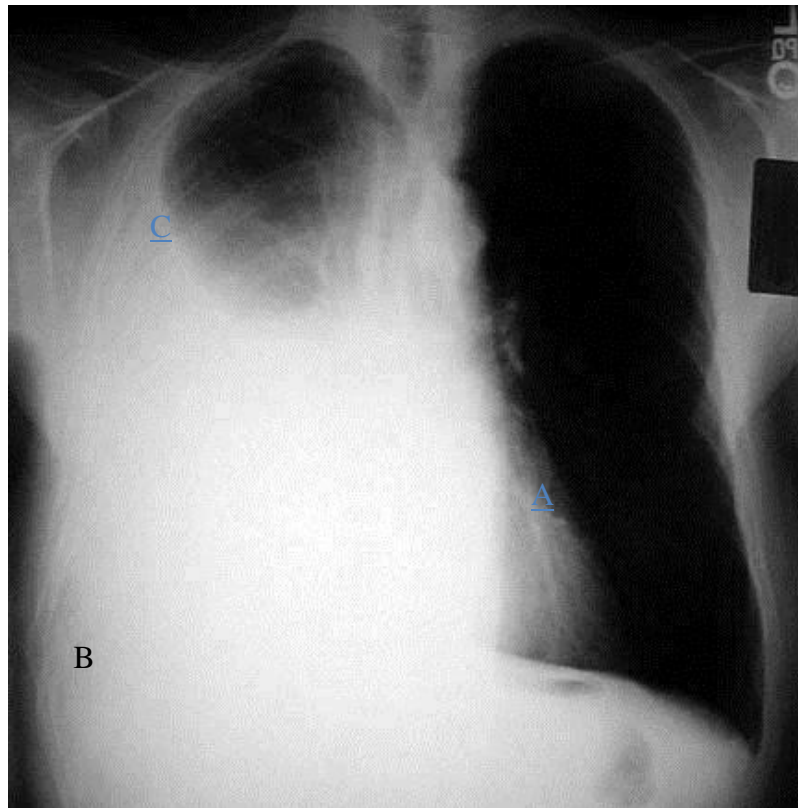
Tanda dan Gejala yang muncul pada efusi pleura antara lain yakni dyspneu, nyeri dada, deviasi trakea, batuk. Efusi pleura merupakan penyakit yang sangat jarang berdiri sendiri dan biasanya merupakan akibat dari penyakit, sehingga gejala – gejala yang muncul juga antara lain yakni pada efusi pleura akibat gagal jantung adalah pembentukan udem ekstremitas, orthopnea dan paroxysmal nocturnal dyspneu. Sementara pada efusi pleura akibat infeksi dapat memunculkan gejala demam, sputum purulen, batuk – batuk dan lain - lain.<sup>3,5</sup>

Setelah melakukan anamnesis, langkah selanjutnya adalah dengan melaksanakan pemeriksaan fisik. Sebelumnya perlu diperhatikan kembali, bahwa

pemeriksaan fisik ini juga hanya dilakukan jika dalam kondisi yang memungkinkan dan pasien dalam kondisi yang stabil.<sup>18</sup>

Pada pemeriksaan fisik thoraks dilakukan dengan urutan inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi. Pada inspeksi dapat ditemukan tanda – tanda antara lain dinding paru asimetris, dinding dada tertinggal, ada sianosis dan lain - lain. Pada palpasi akan ditemukan stem fremitus paru akan mengalami penurunan dibandingkan paru yang tidak efusi. Pada perkusi biasanya akan ditemukan perbedaan yang cukup nyata yakni pada pasien dengan efusi pleura maka akan ditemukan suara redup pada lapangan bawah paru. Pada auskultasi akan ditemukan suara paru melemah pada lapangan paru yang sedang kolaps oleh karena efusi pleura.<sup>3,5,18</sup>

Setelah melalui proses pemeriksaan fisik, dilakukan pemeriksaan penunjang sebagai sarana untuk memastikan diagnosa kerja yang telah dibangun. Pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnosis efusi pleura cukup sederhana yakni dengan melakukan *x foto thorax* posisi PA. Pada pasien dengan abnormalitas isi cavum pleura akan menunjukkan gambaran – gambaran abnormal. Pada efusi pleura akan ditemukan lapangan cavum pleura yang paling rendah akan lebih opaque dikarenakan terisi oleh cairan yang akan turun ke tempat terendah sesuai dengan hukum gravitasi.<sup>1,3,5</sup>



**Gambar 1.** Efusi pleura masif pada paru kanan. (A) Gambaran luscens pada paru normal. (B) Gambaran opaque menunjukkan efusi pleura. (C) Gambaran luscen yang lebih sempit pada paru yang terdesak cairan efusi pleura<sup>3</sup>

## 2.4 Terapi efusi pleura

Prinsip terapi pasien dengan efusi pleura adalah mengeluarkan isi abnormal di dalam cavum pleura dan berusaha mengembalikan fungsi tekanan negatif yang terdapat di dalam cavum pleura.<sup>3,5,19</sup>

Beberapa pilihan untuk terapi pada efusi pleura adalah sebagai berikut :

- 1.) *Water Seal Drainage (tube thoracostomy)* : modalitas terapi yang bekerja dengan menghubungkan cavum pleura berisi cairan abnormal dengan botol sebagai perangkat *WSD* yang nantinya akan menarik keluar isi cairan



abnormal yang ada di dalam cavum pleura dan mengembalikan cavum pleura seperti semula, menyebabkan berkurangnya kompresi terhadap paru yang tertekan dan paru akan kembali mengembang<sup>5,19</sup>

- 2.) *Thoracocentesis* : modalitas terapi yang bekerja dengan cara melakukan aspirasi menggunakan jarum yang ditusukkan biasanya pada linea axillaris media spatium intercostalis 6. Aspirasi dilakukan dengan menggunakan jarum dan spuit, atau dapat juga menggunakan kateter. Aspirasi dilakukan dengan batas maksimal 1000 – 1500 cc untuk menghindari komplikasi reekspansi edema pulmonum dan pneumothoraks akibat terapi<sup>5</sup>
- 3.) *Pleurodesis* : modalitas terapi yang bekerja dengan cara memasukkan substansi kimiawi pada dinding bagian dalam pleura parietal, dengan tujuan merekatkan hubungan antara pleura visceral dan pleura parietal. Dengan harapan celah pada cavum pleura akan sangat sempit dan tidak bisa terisi oleh substansi abnormal. Dan dengan harapan supaya paru yang kolaps bisa segera mengembang dengan mengikuti gerakan dinding dada.

## **2.5 WATER SEALED DRAINAGE**

*Water Sealed Drainage* atau juga dikenal sebagai *tube thoracostomy* adalah salah satu modalitas terapi yang paling efektif untuk kedua kelainan kompresi dari cavum pleura yakni pneumothoraks dan efusi pleura.<sup>1,3,5,8,9,19</sup>

*WSD* memungkinkan drainase dari udara, darah, pus, cairan serous dan cairan – cairan abnormal lain yang berasal dari cavum pleura dengan hanya satu arah, yakni dari cavum pleura menuju ke botol *WSD* yang akan menariknya.<sup>9</sup>

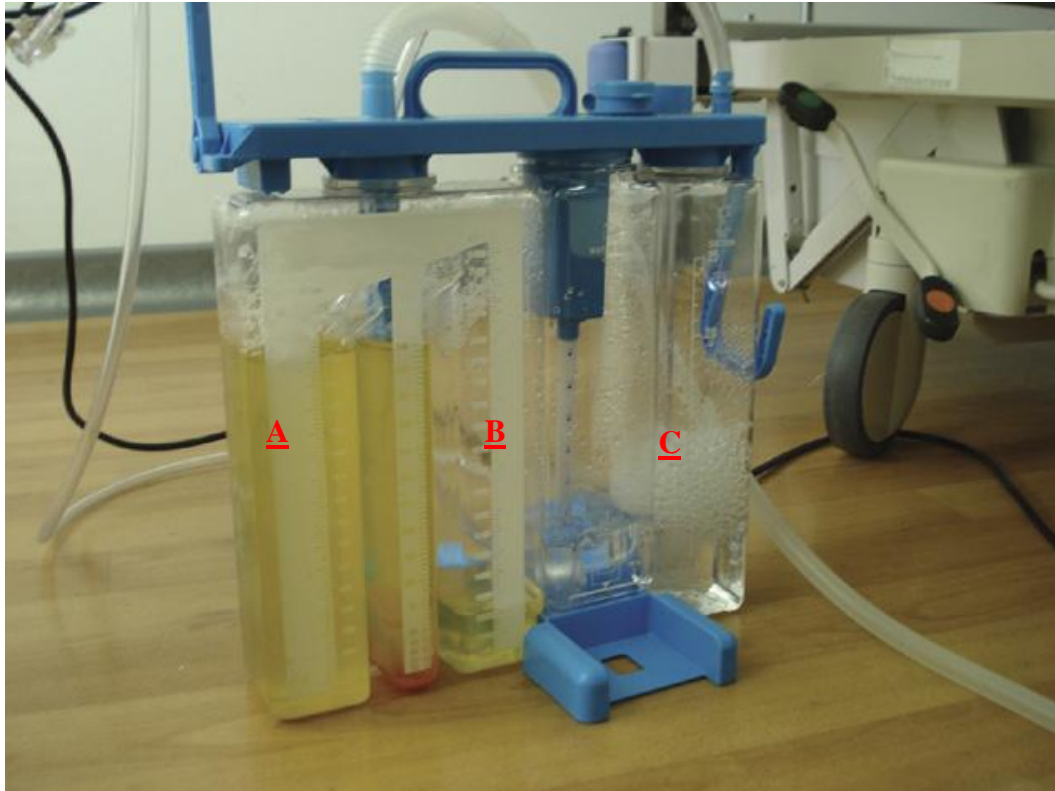
Prosedur dilakukan melalui beberapa tahapan dan membutuhkan beberapa peralatan, alat dan bahan yang dibutuhkan dalam prosedur pemasangan *water sealed draingae* adalah<sup>9</sup> (lihat gambar 2.):

- 1.) Sarung tangan steril
- 2.) Alkohol 80%
- 3.) Alat jahit
- 4.) Skalpel
- 5.) Selang *WSD*
- 6.) *Collector bottle*
- 7.) *Suction bottle*
- 8.) *Regulator bottle*
- 9.) Antiseptik

Setelah alat – alat dan bahan – bahan telah tersedia, maka tahapan – tahapan yang dilakukan selama prosedur *water sealed drainage*<sup>9</sup> :

- 1.) Melakukan informed consent dengan pasien dan keluarga
- 2.) Menandai lokasi pemasangan selang *WSD*, lokasi yang biasanya digunakan adalah pada spatium intercostal V/VI pada linea mid-aksilar atau pada “*safety triangle*” yakni bangunan yang dibatasi oleh margo anterior m. Latissimus dorsi, margo lateral m. Pectoralis major dan garis antara papilla mammae dengan apeks fossa aksilaris.
- 3.) Mengusapkan alkohol dan memberikan injeksi anestesi lokal pada lokasi pemasangan

- 4.) Mengusapkan antiseptik pada lokasi pemasangan selang *WSD*
- 5.) Melakukan insisi pada daerah yang sudah ditentukan
- 6.) Memasukkan selang *WSD* ke dalam cavum pleura, ada dua cara untuk memasukkan selang *WSD* yakni dengan metode *trocar* dan *blunting dissection*, masing – masing cara memiliki keuntungan dan kerugiannya.
- 7.) Menjahit selang *WSD* dengan dinding dada pasien.
- 8.) Melakukan drainase sebanyak 200 ml pada penarikan pertama
- 9.) Melakukan drainase sebanyak 100 ml tiap jam selanjutnya
- 10.) Mengintruksikan perawat jaga untuk terus mengawasi jumlah cairan yang terdrainase tiap jamnya.
- 11.) Memastikan selang terpasang dengan tepat melalui x – foto thoraks



Gambar 2. *Water Sealed Drainage bottle*. (A) *Collector bottle*, (B) *Suction bottle*, dan (C) *Regulator bottle* <sup>9</sup>

## 2.6 Komplikasi WSD

Komplikasi yang dapat ditimbulkan melalui terapi WSD terdapat beberapa macam. Ada yang berupa komplikasi insertional, mekanikal, sistemik dan lokal. Berikut ini merupakan klasifikasi komplikasi – komplikasi dari terapi water sealed drainage<sup>8,9</sup> :

- 1.) *Tube malposition* : Yakni peletakan sealang WSD yang tidak sesuai dengan tempat seharusnya. Beberapa jenis tube malposition meliputi, *intraparenchymal tube placement, fissural tube placement, chest wall tube placement, mediastinal tube placement dan abdominal placement*.

- 2.) *Blocked drain* : Adanya blokade pada selang *WSD* yang menyebabkan drainase menjadi tidak lancar, dapat disebabkan oleh karena kekakuan, terbentuknya gumpalan cairan, adanya puntiran, terdapat sisa debris atau ikut terbawanya jaringan paru yang mengakibatkan selang *WSD* menjadi tersumbat
- 3.) *Chest drain dislodgement* : Yakni terlepasnya selang *WSD* dari cavum pleura pasien, dapat dihindari dengan prosedur yang baik dan harus segera diatasi dengan memasang kembali selang *WSD* melalui prosedur yang aseptis.
- 4.) Udema pulmonum reekspansi (*REPE*) : Terjadinya udema pulmonum setelah paru yang tadinya kolaps mengembang. Patogenesis yang mendasarinya antara lain yakni adanya peningkatan permeabilitas kapiler, adanya radikal bebas oksigen yang menyebabkan kerusakan kapiler dan adanya penurunan produksi surfactan. Tindakan pencegahannya diduga dapat dilakukan dengan melakukan drainase tanpa suction, dan melakukan drainase secara perlahan – lahan..
- 5.) Emfisema subkutis : adalah terbentuknya akumulasi udara pada ruang subcutan pada dinding dada. Pada pemeriksaan fisik dapat ditemukan krepitasi pada palpasi dinding dada.
- 6.) Cedera saraf : pada pemasangan *WSD* yang kurang berhati – hati dapat juga menyebabkan cedera pada saraf di sekitar lokasi pemasangan *WSD*, cedera saraf yang pernah terjadi akibat pemasangan *WSD* antara

lain yakni, *horner's syndrome*, *phrenic nerve injury*, *long thoracic nerve injury* dan *ulnar neuropathy*.

- 7.) Cedera kardiovaskular : pada pemasangan *WSD* juga dapat mengakibatkan cedera vascular yakni berupa perdarahan dan juga dapat memicu komplikasi ke arah cedera jantung.
- 8.) *Residual / post extubation pneumothoraks* : yakni terjadinya pneumothoraks akibat tidak terdrainasinya udara secara optimal dan atau pneumothoraks yang terjadi karena prosedur pelepasan *WSD* yang kurang baik.
- 9.) Fistula : yakni terbentuknya fistula yang dapat menghubungkan pleura dengan subcutis atau bahkan fistula yang dapat menghubungkan bronkus beserta cabangngnya dengan cavum pleura dan dengan subcutis.
- 10.) Infeksi : Pada pemasangan *WSD* dapat terjadi infeksi yang bersifat lokal pada sekitar lokasi terpasangnya selang *WSD*, dan yang lebih parah dapat juga terjadi infeksi di dalam cavum pleura hingga mengakibatkan terbentuknya cairan pus pada cavum pleura, dikenal juga dengan istilah empyema thoracis.

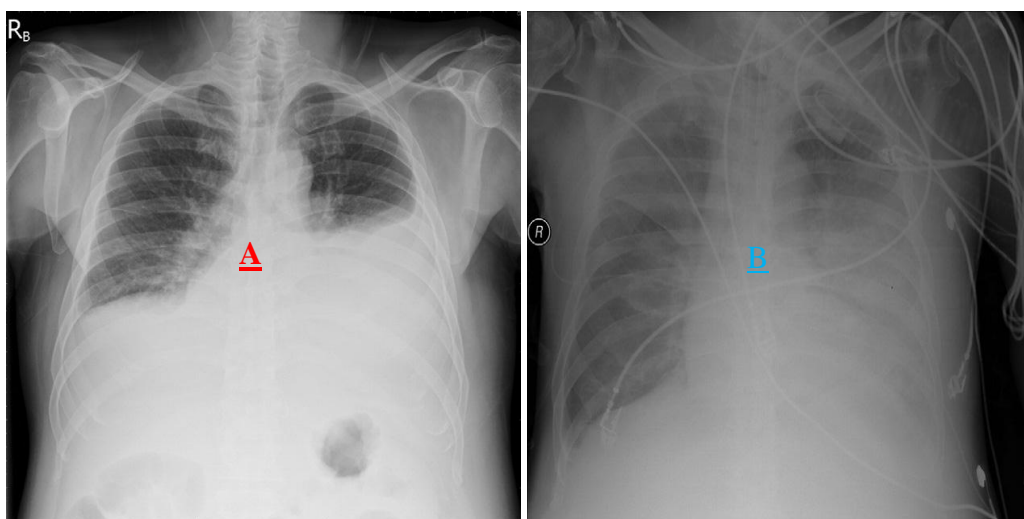
## **2.7 Udema pulmonum reekspansi (REPE)**

Udema pulmonum didefinisikan sebagai terjadinya kongesti yang terbentuk dari darah pada kapiler – kapiler pembuluh darah di paru. Kondisi ini akan menyebabkan rendahnya kemampuan paru untuk melakukan pertukaran

oksigen dan karbondioksida sehingga mengakibatkan pasien akan mengalami dispneu, hipoksia, hipoksemia hingga mengalami kondisi gagal nafas.<sup>3,20</sup>

Kondisi ini dapat terjadi karena beberapa hal, antara lain yakni karena adanya kelainan pada jantung, infeksi, kelainan sistemik dari ginjal, dan dapat juga merupakan kejadian iatrogenik atau komplikasi dari beberapa terapi tertentu.

3,20



Gambar3. X-foto thoraks pre dan post WSD (A) Gambar efusi pleura masif sinistra (B) Gambar REPE post pemasangan WSD.

Pada edema pulmonum yang terjadi setelah dilakukannya terapi menggunakan WSD, atau juga dikenal dengan istilah edema pulmonum re-ekspansi, terjadi perembesan plasma pada kapiler – kapiler pembuluh darah di paru. Hal ini terjadi karena dilandasi oleh beberapa macam patogenesis.<sup>14, 21-25</sup>

Beberapa ahli berpendapat bahwa dasar utama dari kondisi ini adalah karena munculnya peningkatan permeabilitas vaskular pada kapiler pembuluh

darah paru, peningkatan permeabilitas vaskuler ini terjadi oleh karena adanya hypoxic injury pada paru yang terkompresi oleh efusi pleura.<sup>14,22,23</sup>

Ahli lain berpendapat bahwa kinerja jantung memiliki peran yang besar dalam proses patogenesisnya, dimana pada sebuah kasus terdahulu terdapat pasien dengan *REPE* yang mengalami peningkatan *cardiac output*. Peningkatan *cardiac output* ini terjadi karena adanya peningkatan aliran darah yang signifikan pada paru yang kolaps dan tentunya akan meningkatkan aliran darah dari *vena pulmonalis* menuju ke *atrium sinistra*. Dari *atrium sinistra* darah akan dialirkan ke *ventrikel sinistra* dan kemudian dialirkan ke seluruh tubuh. Pada kondisi efusi pleura masif yang cukup lama, jantung cenderung menerima darah lebih sedikit, sehingga jantung bekerja tidak terlalu kuat dan mengakibatkan ukuran ruang jantung akan lebih kecil. Pada penarikan *WSD* dalam volume yang terlalu besar pada kecepatan tertentu, maka darah juga akan mengalir terlalu cepat, sehingga menyebabkan aliran darah mengalami peningkatan yang terlalu cepat, menyebabkan jantung tidak siap menerima dan memompanya ke seluruh tubuh.<sup>12,14</sup>

Ketidakmampuan jantung memompa ke seluruh tubuh akan menyebabkan kongesti dan darah akan terus menumpuk ke proksimal hingga ke pembuluh darah kapiler di paru. Kongesti pada paru ini lah yang menjadi hasil dari kejadian terlalu cepatnya drainase Water Sealed Drainage.<sup>12,14</sup>

Beberapa hal yang dikhawatirkan pada kondisi komplikasi *REPE* post pemasangan water sealed drainage adalah munculnya komplikasi – komplikasi lain seperti *acute respiratory distress syndrome*, dan bahkan pada penelitian –



penelitian terdahulu *REPE* dapat memicu terjadinya kelainan pada organ – organ lain hingga kematian.<sup>13,14</sup>

Selain itu angka *REPE* post *WSD* dinilai cukup mengkhawatirkan yakni berkisar antara 0.9% - 20 % pada pasien – pasien yang diterapi menggunakan water sealed drainage. Berdasarkan penelitian terdahulu didapatkan bahwa angka kematian pada kondisi *REPE* cukup tinggi yakni sebesar 20%. Selain hal – hal tersebut kondisi ini juga mengakibatkan peningkatan lama waktu tinggal di rumah sakit pada pasien yang terkomplikasi, tingkat kesakitan pasien dengan komplikasi juga akan lebih tinggi dibanding pasien bebas komplikasi.<sup>14,23,25</sup>

Ada beberapa faktor resiko yang signifikan dalam proses terpicunya kejadian *REPE*, berikut adalah beberapa faktor resiko yang harus diwaspadai guna pencegahan kejadian komplikasi *REPE*, antara lain yakni : lama paru kolaps > 3 hari, usia muda, banyaknya cairan yang terakumulasi di dalam cavum pleura, etiologi efusi pleura.<sup>14,21-25</sup>