

## Penggunaan *Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO)* Pada Pasien Dengan *Acute Respiratory Distress Syndrome* Di *Intensive Care Unit* : A *Literatur Review*

Evi Indriyani<sup>1\*</sup>, Abi Muhlisin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: [eviindriyani38@gmail.com](mailto:eviindriyani38@gmail.com)

### Abstrak

#### Kata kunci:

Acute respiratory distress syndrome (ARDS); Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO); Venovenous ECMO; Studi kasus

*Abstrak: Acute respiratory distress syndrome (ARDS) merupakan kondisi yang mengancam jiwa yang ditandai dengan hipoksemia berat akibat kegagalan pertukaran gas dan kasus paling banyak yang menempati ICU. Penanganan kasus ARDS bisa dilakukan dengan terapi ventilasi konvensional. Namun, beberapa kasus tidak dapat ditangani hanya dengan menggunakan ventilasi mekanik. Akibatnya pasien akan mengalami kegagalan napas walaupun sudah menggunakan terapi ventilasi. Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) merupakan pilihan yang dapat digunakan saat ventilasi mekanik konvensional tidak dapat menangani ARDS. Penelitian ini merupakan penelitian literatur review yang membahas 5 kasus yang berkaitan dengan penggunaan ECMO pada pasien ARDS di ruang ICU. Kesimpulan dari kasus tersebut adalah keberhasilan ECMO pada berbagai penyakit yang disertai dengan ARDS parah. Penggunaan VV ECMO dapat menyediakan dukungan paru yang cukup ketika pertukaran gas sangat terganggu dan dapat menjadi pilihan terakhir saat terjadi kasus yang bermasalah.*

## 1. PENDAHULUAN

ARDS merupakan termasuk penyakit paru yang mengancam jiwa yang ditandai dengan terjadinya hipoksia dan paru-paru yang kaku karena peningkatan permeabilitas pembuluh darah paru dan hampir selalu membutuhkan dukungan ventilasi mekanik serta memerlukan perawatan di *intensive care unit* (ICU) (Force, *et al*, 2012). ARDS adalah kelainan yang progresif secara cepat dan awalnya bermanifestasi klinis sebagai sesak napas (dyspneu dan takipneu) yang kemudian secara cepat berubah menjadi gagal napas (Lee & Slutsky, 2016). Ada banyak penyebab ARDS, namun yang paling

sering terjadi dipicu oleh infeksi, transfusi darah, cedera paru-paru langsung, dan racun (Fan, *et al*, 2018).

ARDS memengaruhi sekitar 2.000.000 pasien setiap tahun di Amerika Serikat, yang mengakibatkan hampir 75.000 kematian, lebih banyak daripada kanker payudara atau infeksi HIV. Secara global, ARDS memengaruhi sekitar 3 juta pasien setiap tahun, menyumbang 10% dari penerimaan unit perawatan intensif (ICU), dan 24% pasien yang menerima ventilasi mekanis di ICU (Bellani, *et al*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Qingqin, *et al* (2019) menunjukkan mortalitas ARDS lebih tinggi daripada mortalitas secara keseluruhan populasi di ICU. Sepsis,

cairan atau isi lambung, serta transfusi multipel (>15 unit/24 jam) berhubungan dengan resiko tinggi terhadap ARDS (Bauman, *et al*, 2015). Faktor resiko ARDS yang menyebabkan kelainan langsung pada paru yaitu pneumonia, trauma inhalasi, kontusio pulmonum, serta keadaan yang menyebabkan kelainan tidak langsung pada paru yaitu sepsis bukan karena paru, luka bakar, *transfusion-related acute lung injury*, alkoholism kronik, pada kasus trauma adanya riwayat pajanan asap aktif maupun pasif (Bellani, *et al*, 2016).

ARDS ditandai oleh perkembangan akut infiltrasi paru bilateral pada hasil pemeriksaan sinar-X dada atau CT Scan dan hipoksemia karena sebab apapun selain gagal jantung (Aokage, *et al*, 2015). Fase awal ARDS ditandai oleh perubahan inflamasi epitel alviolar dan eksudasi protein plasma kedalam alveoli bersama dengan neutrofil, makrofag, dan eritrosit. Protein plasma dan fibrin membentuk membran hialin pada dinding alveolar yang dapat mempengaruhi pemenuhan paru-paru dan pertukaran gas selain peradangan paru-paru. Fase proliferaatif ARDS biasanya berkembang pada 5 sampai 7 hari setelah onsetsnya dan ditandai oleh proliferasi sel alveolar tipe 2 bersama-sama dengan peradangan interstitial (Ware & Matthay, 2016).

Algoritma pengobatan sampel untuk ARDS biasanya dimulai dengan optimalisasi ventilasi pelindung paru-paru, dan hasil melalui intervensi yang semakin invasif berdasarkan tujuan fisiologis untuk pertukaran gas. Masalah utama pada kasus ARDS yaitu gangguan pertukaran gas (Pipeling & Fan, 2017). Salah satu manajemen perawatan yang dapat digunakan yaitu *Extracorporeal Membrane Oxygenation* (ECMO). ECMO dapat digunakan untuk menyelamatkan pasien dengan gagal napas berat yang sulit disembuhkan atau gagal jantung. EMCO adalah bentuk terapi bantuan mekanis yang menggunakan aliran darah ekstrakorporeal termasuk oksigenator dan pompa. Tujuan utama dari ECMO pernapasan adalah untuk menjaga oksigenasi organ,

pengetahuan oksigenasi yang memadai sangat penting untuk mengglola pasien ECMO (Aokage, *et al*, 2015).

## 2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian review literatur melalui pencarian jurnal pada situs jurnal terakreditasi seperti Elsevier 3 jurnal, Pubmed 2 jurnal, NCBI 3 jurnal, BMC 1 jurnal, ASAIO 2 jurnal, *The New England Journal of Medicine* 2 jurnal, *Cureus Journal of Medical Science* 3 jurnal, Hindawi 5 jurnal, BMJ Publishing Group 6 jurnal. Kriteria inklusi pada literatur ini yaitu artikel Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia dengan tanggal publikasi 5 tahun terakhir mulai dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2020. Literatur yang diambil berupa *study case* maupun *case report*. Kemudian penulis melakukan review dan melihat tidakan yang dilakukan pada kasus-kasus yang telah ditentukan. Selanjutnya penulis membahas menggunakan literatur jurnal yang lain dan berhubungan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 HASIL

Setelah pengumpulan artikel yang berbentuk case study dengan menggunakan situs yang telah terakreditasi didapatkan 5 jurnal yang sesuai dengan kriteria yang telah penulis tetapkan dengan hasil pada tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1. Jurnal Case Report**

No.	Peneliti, tahun publikasi	Judul	Deskripsi kasus	Terapi
1.	Norihoto Omote, Yasuhiro Kondoh Hiroyuki Taniguchi, Tomoki Kimura, Kensuke Kataoka Ryuichi Hasegawa, Yoshinori Hasegawa, 2016	Acute respiratory distress syndrome due to severe pulmonary tuberculosis treated with extracorporeal membrane oxygenation: A case report and review of the literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Laki-laki berusia 48 tahun dengan riwayat TDC millier dirawat dirumah sakit karena <i>Dyspneu</i></li> <li>b. Hasil X-Ray dada dan CT Scan menunjukkan infiltrat difus bilateral dan rongga, dan pemeriksaan gas darah menunjukkan PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 131.</li> <li>c. 6 hari perawatan pasien mengalami penurunan pertukaran gas dan dilakukan intubasi dan terapi steroid</li> <li>d. Hari ke 3 intubasi analisa gas darah arteri menunjukkan hipoksemia parah (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 60,4) refraktori terhadap ventilasi mekanik konvensional</li> <li>e. Pasien terpasang VV ECMO selama 25 hari dan pasien berangsur-angsur membaik</li> </ul>	VV ECMO dan terapi steroid terdiri dari methypredisolone intavena (1000 mg/hari selama 3 hari)
2.	Brett Dickens, Casey Bryant, John Gaillard, and Nathaniel Westphal, 2020	ARDS and Massive Pulmonary Embolism: The Combined Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) with Thrombolytics	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Wanita 39 tahun dengan riwayat sindrom <i>Tourette</i>, hipotiroidisme, diabetes mellitus yang tidak tergantung insulin dan hiperlipidemia</li> <li>b. Pasien mengalami dispnea dengan infiltrat bilateral pada rontgen dada untuk ARDS</li> <li>c. Intubasi dilakukan karena gagal napas</li> <li>d. Gas darah arteri pada saat datang adalah pH 7,16/ pCO<sub>2</sub> 46/ pO<sub>2</sub> 91</li> <li>e. Hipoksia memburuk dan keadaan pasien semakin buruk</li> <li>f. Kemudian pasien dilakukan pemasangan VV ECMO</li> <li>g. Pasien mengalami tromboli paru multiple</li> <li>h. Dilakukan trombolisis terarah kateter (CDT) melalui EndoWave Infusion Catheter System (EKOS)</li> </ul>	VV ECMO dan Trombolisis terarah kateter (CDT) melalui EndoWave Infusion Catheter System (EKOS)

3.	Sho Horikita, Masamitsu Sanui, Yuki Fujimoto, Alan Kawarai Lefor, 2017	Successful repeat ECMO in a patient with AIDS and ARDS	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pria berusia 23 tahun dengan AIDS mengalami hipoksemia yang refrakter terhadap ventilasi mekanis</li> <li>b. Analisis gas darah arteri menunjukkan hipoksemia persisten (<math>\text{PaO}_2</math> 48 mmHg) pada fraksi oksigen terinspirasikan 100% (<math>\text{FiO}_2</math>) dengan tekanan ekspirasi akhir positif 12 cmH<sub>2</sub>O</li> <li>c. Dilakukan pemasangan VV ECMO</li> <li>d. Selama ECMO, ventilasi pelindung paru dan pengobatan PjP dengan kortikosteroid dan TMP / SMX dilanjutkan</li> <li>e. Secara bertahap, rontgen dada dan analisis gas darah arteri menunjukkan peningkatan dan ia disapih dari program ECMO selama 12 hari</li> </ol>	VV ECMO
4.	Yahya Yildiz, Didem Melis Oztas, Mustafa Ozer Ulukan, Korhan Erkanli, Orcun Unal, Murat Ugurlucan, and Halil Turkoglu, 2019	Application of Hybrid Extracorporeal Membrane Oxygenation for the Treatment of Subsequent Shock following Acute Respiratory Distress Syndrome Developing after Firearm Injury	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pasien pria berusia 45 tahun dibawa dalam keadaan tidak sadar dengan beberapa luka tembak</li> <li>b. X-Ray dada dan CT Scan menunjukan hemopneumothorax di hemithorax kiri dengan rusaknya lobus atas paru-paru kiri. Korpus vertebra T4 dan T5 sangat rusak. Sebelumnya, ada cedera hati dan limpa dengan akumulasi cairan intraabdomen</li> <li>c. WSD (<i>water sealed drainage</i>) dimasukkan secara darurat ke dalam hemoraks kiri dan drainase 650 ml cairan hemoragik</li> <li>d. Pasien diintubasi, dengan status pernapasan (<math>\text{PaO}_2/\text{FiO}_2</math> menjadi 154)</li> <li>e. Pasien mengalami kardiomiopati septik</li> <li>f. Jumlah sel darah putih meningkat menjadi 19/uL, jumlah trombosit menurun menjadi 66/uL, CRP</li> </ol>	VV ECMO dan VA ECMO (Hybrid)

			meningkat menjadi 234mg/L, prokalsitonin meningkat menjadi 8,5 mg/ml, dan kadar bilirubin dan bilirubin langsung meningkat menjadi 18mg/dL dan 16mg/dL. Skor inotropiknya secara bertahap meningkat menjadi 40 g. Dipasang ECMO veno-arterio-vena h. Keadaan semakin membaik kedua ECMO di sapih.	
5.	Amanda L. Faulkner, James David Bacon, Brian A. Fischer, Stephen L. Grupke, and Kevin W. Hatton, 2019	Successful Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) Use without Systemic Anticoagulation for Acute Respiratory Distress Syndrome in a Patient with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage	a. wanita berusia 44 tahun dengan riwayat asma, penyalahgunaan tembakau, obat intravena, <i>skizofrenia</i> , dan infeksi hepatitis C kronis b. <i>Ekstraventrikular drain</i> (EVD) dipasang secara darurat dan dia menjalani <i>endovascular coiling</i> tanpa komplikasi dari aneurisma c. Pasien tetap menggunakan ventilasi mekanis, X-Ray dada menunjukkan infiltrat bilateral, rasio PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> kurang dari 100 (ARDS parah) d. Pasien mengalami gagal napas hipoksemik refrakter dan VV-ECMO diusulkan e. Setelah VV-ECMO selama tujuh hari, status pernapasannya meningkat secara signifikan. Kemudian pasien disapih dari VV EMCO	VV ECMO

### 3.2 PEMBAHASAN

Pada kasus ARDS terjadi peningkatan permeabilitas pada barier alveolar-kapiler sehingga cairan yang mengandung protein masuk kedalam alveoli mempengaruhi pemenuhan oksigen dan pertukaran gas pada paru-paru (Ware & Matthay, 2016). Gangguan pertukaran gas yang terjadi harus segera ditangani. Tindakan yang dapat dilakukan saat pasien mengalami masalah gangguan pertukaran gas yaitu dengan memasang ventilasi mekanik ataupun menggunakan VV ECMO.

Kasus pertama pasien mengalami dyspneu saat masuk rumah sakit. Pasien didiagnosa TBC millier dan diberikan ventilasi non invasif tekanan positif. Pada hari keenam pasien mengalami penurunan pertukaran gas. Pasien diintubasi dan diberikan terapi steroid, namun pada hari ke 3 pasien mengalami hipoksemia parah (PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 60,4) refraktori terhadap ventilasi mekanik konvensional. Sehingga diputuskan untuk dipasang terapi VV-ECMO.

Penggunaan VV ECMO pada kasus ini sesuai dengan indikasi VV ECMO yaitu  $PaO_2/FiO_2 < 100$  pada  $FiO_2 > 90\%$  dan atau skor murray  $\geq 3$  meskipun perawatan optimal selama 6 jam (Delnoij, *et al*, 2016). Pengaturan ventilator pada kasus ini disesuaikan untuk memberikan istirahat pada paru (ventilasi tekanan terkontrol dengan tekanan puncak 20 cmH<sub>2</sub>O, PEEP 10 cmH<sub>2</sub>O, dan frekuensi ventilasi 8 per menit). Menurut Peek, *et al* (2017) tingkat PEEP yang tinggi dapat mempercepat penyembuhan paru-paru dengan mempromosikan rekrutmen paru-paru dan dalam penelitian retrospektif, multisenter PEEP tingkat yang lebih tinggi (> 12 cmH<sub>2</sub>O) selama 3 hari pertama dukungan dikaitkan dengan kelangsungan hidup yang lebih baik. Pedoman ELSO merekomendasikan "pengaturan istirahat" dengan tekanan inspirasi dataran tinggi di bawah 25 cm H<sub>2</sub>O dan  $FiO_2$  rendah (<30%). Tekanan ekspirasi akhir positif (PEEP) dapat ditetapkan pada nilai antara 5 sampai 15 cm H<sub>2</sub>O. Dalam satu-satunya uji coba kontrol acak mengenai pengaturan ventilator vv-ECMO yang digunakan adalah tekanan inspirasi dataran tinggi 20–25 cm H<sub>2</sub>O, PEEP 10–15 cmH<sub>2</sub>O dengan laju pernapasan 10, dan  $FiO_2$  30%. Pasien pada kasus ini menggunakan terapi kortikosteroid yang menyebabkan peningkatan klinis yang cepat dan memungkinkan pasien cepat disapih dari VV ECMO. Sejalan dengan penelitian Andresen *et al* (2015) melaporkan bahwa terapi kortikosteroid sistemik selama dukungan ECMO menyebabkan peningkatan fungsi pernapasan secara progresif. Menurut Omote, (2016) pasien dengan ARDS karena TB parah telah disembuhkan oleh terapi ECMO. Peneliti lain melaporkan keberhasilan pengobatan ARDS yang diinduksi TB dengan menggunakan VV ECMO dalam waktu singkat bersama dengan ventilasi konvensional dan obat-obatan termasuk obat anti TB (Binh, *et al*, 2019).

Kasus AIDS dengan ARDS disertai *Pneumocystis jirovecii pneumonia* (PJP), EMCO digunakan untuk menangani hipoksemia persisten ( $PaO_2$  48 mmHg)

pada  $FiO_2$  100% dengan tekanan ekspirasi akhir positif 12 cm H<sub>2</sub>O yang dialami pasien. ECMO menjadi terapi penyelamatan yang diterima untuk gangguan pernafasan dan / atau peredaran darah yang refrakter terhadap terapi medis yang maksimal. Hasil yang maksimal pada ARDS parah telah dilaporkan dengan penggunaan ECMO selama pandemi influenza H1N1 2009 dan dalam uji coba CESAR, yang menyebabkan peningkatan minat dan penggunaan ECMO untuk kegagalan pernapasan refrakter. Namun, ECMO biasanya dihindari pada pasien dengan sistem imun yang tertekan karena dapat lebih menekan fungsi kekebalan, dan tidak ada indikasi klinis untuk pasien yang terinfeksi HIV atau AIDS (Rihal, C.S, *et al*, 2015). Namun, Rodger, *et al* (2016) melaporkan bahwa kematian pada pasien dengan infeksi HIV yang terkontrol dengan baik, yang mempertahankan atau memiliki pemulihan jumlah CD4 (+) hingga paling sedikit 500, tidak lebih rendah dibandingkan dengan populasi umum. Dengan demikian indikasi untuk ECMO pada pasien dengan AIDS harus dipertimbangkan secara individual sehubungan dengan risiko dan manfaatnya. Faktanya, pasien dengan ARDS dan AIDS berhasil diobati dengan ECMO. Penggunaan VV ECMO yang dikombinasikan dengan terapi antimikroba dan ART untuk PJP dan AIDS secara bertahap meningkatkan fungsi pernapasannya. Selama beberapa dekade pengalaman bedah jantung, tidak ada kontradiksi dengan ECMO dalam hal imunologis pada pasien yang terinfeksi HIV atau AIDS. Rejimen ART yang lebih baik telah mendukung prospek kelangsungan hidup jangka panjang pasien HIV, dan penggunaan ART disertai ECMO dini untuk gagal napas dapat mencapai keberhasilan pada pasien yang memiliki PJP sekunder akibat HIV dan AIDS (Hernandez, *et al*, 2018).

Kasus selanjutnya pasien dengan luka tembak mengalami cedera pada hati dan limpa serta rusaknya lobus atas paru-paru kiri. Keadaan pasien memburuk pada hari ketiga, hasil X-ray dan CT scan

menunjukkan perburukan pada paru-paru serta  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  menjadi 154 yang didefinisikan sebagai ARDS. Berbagai upaya penggunaan ventilasi mekanik dan fisioterapi sudah dilakukan namun keadaan pasien semakin memburuk  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  rasio menjadi 53 dan kepatuhan paru menurun menjadi  $18\text{ml}/\text{cmH}_2\text{O}$ . Sehingga tenaga medis mengambil keputusan dengan menggunakan VV ECMO.

Menurut ARDS kriteria Berlin dan klasifikasi keparahan klinis pada mortalitas, durasi ventilasi dan berat paru-paru telah berubah secara drastis dalam kondisi seperti itu. Sebaliknya, peningkatan tekanan hidrostatik adalah sumber utama masalah pernapasan, dan ini diatasi dengan metode seperti ECMO (Daher, *et al*, 2018). Dalam kasus ini, mengingat bahwa nilai  $\text{P} / \text{F}$  adalah  $<100$  dan  $\text{PEEP} > 5$ , ini dimasukkan ke dalam kelas berat dalam kriteria Berlin. Juga, kepatuhan paru menurun serendah  $18\text{ml} / \text{cmH}_2\text{O}$  Rasio  $\text{O}$  dan  $\text{P} / \text{F}$  ke 53. Posisi pronasi juga diterapkan untuk ventilasi yang lebih baik (Kim, *et al*, 2019).

Meskipun ada risiko perdarahan karena beberapa luka tembus dan prosedur bedah Pendarahan hebat dicegah dengan penggunaan darah dan produk darah yang ketat serta dengan faktor koagulasi bila diperlukan. Karena kondisinya memburuk karena syok kardiogenik septik, kami menambahkan VA ECMO ke VV ECMO strategi dalam hubungannya sebagai terapi hybrid sebagai metode yang sesuai (Vogel, *et al*, 2018). Bentuk *Hybrid* ECMO semakin sering digunakan pada pasien dengan cedera paru-paru yang parah atau pada mereka yang tidak didukung dengan VA- atau VV-ECMO.

Bentuk *venoarteriovenous* (V-AV) adalah salah satu terapi yang biasa digunakan. Darah vena kembali ke oksigenator dengan cara yang biasa dan dimasukkan kembali melalui kanula arteri ke arteri femoralis dan kanula vena kedua ke jantung kanan pada katup trikuspid, menyediakan aliran darah paru supra-oksigenasi. Bentuk ini menghindari sindrom *harlequin* (utara / selatan), dimana aliran darah otak terdeoksigenasi terjadi

selama perfusi retrograde dengan kanulasi perifer, dibahas pada bagian mencegah sindrom badan atas *Harlequin* (Utara / Selatan). VV-ECMO juga dapat dikonversi menjadi V-AV ECMO ketika fungsi jantung memburuk pada pasien yang awalnya mengalami gagal paru terisolasi (Sorokin, *et al*, 2017).

Seorang wanita berusia 44 tahun dengan riwayat asma, penyalahgunaan tembakau, obat intravena, *skizofrenia*, dan infeksi hepatitis C kronis. Pasien menjalani *endovascular coiling* tanpa komplikasi dari aneurisma. Pasien mengalami *aneurysmal subarachnoid hemorrhage* (SAH). Setelah dilakukan *coiling*, oksigenasi pasien memburuk dan syok vasodilatasi yang diduga berasal dari pneumonitis aspirasi. Pada hari *post-bleed* 1 (PBD), ia tetap menggunakan ventilasi mekanis, X-Ray dada menunjukkan *infiltrat bilateral*, rasio  $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$  kurang dari 100, dan dianggap dengan Sindrom Gangguan Pernafasan Akut (ARDS) parah. Ventilasi mekanik dimaksimalkan, namun pasien mengalami gagal nafas hipoksemik refrakter dan VV ECMO diusulkan untuk mendukung fungsi paru-parunya yang memburuk. Meskipun penelitian praklinis dan klinis yang signifikan untuk mengembangkan terapi baru untuk ARDS, manajemen pasien dengan ARDS sebagian besar tetap mendukung penggunaan ECMO.

Terapi dukungan ARDS saat ini termasuk strategi ventilasi pelindung paru-paru, posisi *prone*, perhatian cermat terhadap keseimbangan cairan, pengenalan dini dan pengurangan cedera sekunder, termasuk gizi buruk, pneumonia, dan trombosis vena dalam (Howell, *et al*, 2018). Penggunaan VV-ECMO untuk mendukung kegagalan sistem pernafasan masih kontroversial (Gattinoni, *et al*, 2018). Sementara studi awal ECMO, terutama sebagai terapi penyelamatan pada ARDS parah, gagal menunjukkan manfaat yang signifikan bagi pasien, pengembangan perbaikan teknis dan strategi yang condong ke arah menuju inisiasi ECMO sebelumnya mendukung peningkatan hasil klinis ECMO pada ARDS (Fielding-Singh, *et al*, 2018).

Pada pasien dengan SAH, seperti halnya banyak pasien sakit kritis dengan cedera neurologis, manajemen ventilator terdiri dari menyeimbangkan dukungan paru yang gagal dan otak yang terluka. Perawatan untuk hipoksemia, termasuk peningkatan FiO<sub>2</sub>, PEEP, dan diuresis, semuanya dapat dikaitkan dengan konsekuensi negatif pada pasien dengan SAH.

Perawatan untuk *hypercarbia*, termasuk peningkatan laju pernapasan dan volume tidal, juga dapat dikaitkan dengan konsekuensi negatif pada pasien dengan SAH. Demikian juga, hiperkapnia permisif mungkin tidak mungkin terjadi pada pasien dengan tekanan intrakranial tinggi. Mengingat masalah potensial ini, keputusan untuk mengejar alternatif untuk ventilasi mekanik, seperti terapi VV-ECMO, mungkin diinginkan untuk menyeimbangkan manajemen cedera pernapasan dan neurologis pada pasien yang sakit kritis ini (Hwang, *et al*, 2013). Pada kasus ini keberhasilan penggunaan VV-ECMO untuk mendukung kegagalan pernafasan berat akibat ARDS pada pasien dengan SAH yang menjalani penggulangan endovaskular dan mengembangkan beberapa episode *Cerebral vasospasm* (CV) selama dirawat di rumah sakit.

Kesimpulan dari kasus-kasus diatas adalah keberhasilan ECMO pada berbagai penyakit yang disertai dengan ARDS parah. Penggunaan VV ECMO dapat menyediakan dukungan paru yang cukup ketika pertukaran gas sangat terganggu dan dapat menjadi pilihan terakhir saat terjadi kasus yang bermasalah (Delnoij, *et al*, 2016). Indikasi utama untuk terapi VV ECMO adalah ARDS parah yang tidak dapat diobati secara maksimal dengan menggunakan ventilasi mekanik dan obat-obatan yang maksimal. Pada gagal napas hipoksia, terapi VV ECMO diindikasikan ketika resiko kematian lebih besar atau sama dengan 80% (Patel, *et al*, 2019).

Untuk menghindari kerusakan organ akibat hipoksia yang berkepanjangan, pengobatan ARDS standar harus mencakup ventilasi paru-paru, tekanan ekspirasi akhir

positif yang optimal, kelumpuhan farmasi, penyembuhan paru-paru, dan posisi pronasi. Jika pasien tidak membaik seperti yang ditunjukkan oleh PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> < 100 mmHg atau PH) <7,25 dan PaCO<sub>2</sub> >60 mmHg selama 6 jam meskipun ventilasi mekanis optimal, ECMO harus dipertimbangkan (Li, *et al*, 2020).

Kontak darah dengan permukaan sel endotelial menghasilkan aktivasi sistem pembekuan dengan pengendapan fibrinogen, faktor pembekuan, dan platelet. Menghasilkan koagulopati konsumtif dan trombositopenia. Sirkuit modern untuk VV ECMO dilapisi untuk meningkatkan biokompatibilitas dengan tujuan mengurangi efek ini. Heparin merupakan terapi antikoagulan utama yang digunakan pada VV ECMO. Heparin mengikat antitrombin III (AT3) dan meningkatkan fungsinya, yang mengarah pada peningkatan inaktivitas trombin. Meskipun awalnya diberikan sebagai infus dosis tetap, heparin saat ini dapat dipantau dengan beberapa tes koagulasi (Atallah, *et al*, 2015). Selain itu, VV ECMO juga dapat menyebabkan beberapa komplikasi yaitu perdarahan, embolisme paru, *Heparin-induced thrombocytopenia* (HIT), trombosis pada sistem ECMO (Delnoij, *et al*, 2016).

#### 4. KESIMPULAN

VV ECMO dapat menjadi alternatif yang layak dalam kasus-kasus insufisiensi pernapasan yang parah, menawarkan pilihan yang menguntungkan jika perawatan lainnya gagal. Miniaturisasi, biokompatibilitas yang lebih baik, dan desain yang ditingkatkan membawa perawatan ini dalam jangkauan untuk lebih banyak pasien. Namun, konsep dalam oksigenasi, dekarboksilasi, dan manajemen pasien pada VV ECMO perlu perhatian dan keahlian khusus. Selain itu, pendekatan multidisiplin adalah wajib.

#### REFERENSI

Aokage, T., Palmér, K., Ichiba, S., & Takeda, S. (2015). Extracorporeal membrane oxygenation for acute



- respiratory distress syndrome. *Journal of intensive care*, 3(1), 17.
- Atallah, S., Liebl, M., Fitousis, K., Bostan, F., & Masud, F. (2015). Evaluation of the activated clotting time and activated partial thromboplastin time for the monitoring of heparin in adult extra corporeal membrane oxygenation patients. *Perfusion*, 29(5), 456-461.
- Bauman ZM, Gassner MY, Coughlin MA, Mahan M and Watras J. (2015). Lung Injury Prediction Score is Useful in Predicting Acute Respiratory Distress Syndrome and Mortality in Surgical Critical Care Patients. *Crit Care Res Pract*. 2015; 2015: 157408
- Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al; LUNG SAFE Investigators; ESICM Trials Group. (2016). Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016; 315(8):788-800.
- Binh, N. G., Manabe, T., Co, D. X., Thach, P. T., Tuan, D. Q., VanCuong, B. & Anh, N. Q. (2019). Tuberculosis-induced acute respiratory distress syndrome treated with venovenous extracorporeal membrane oxygenation. *Respiratory medicine case reports*, 28, 100900.
- Brett D, Casey B, John G, and Nathaniel W. (2020). ARDS and Massive Pulmonary Embolism: The Combined Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) with Thrombolytics. Case Report in Critical Care, 2020. Doi: [10.1155/2020/103269](https://doi.org/10.1155/2020/103269)
- Cawcutt K, Gallo De Moraes A, Lee SJ, et al. (2017). The use of ECMO in HIV/AIDS with Pneumocystis jirovecii pneumonia: a case report and review of the literature. *Asaio J* 2017; 60:6068.
- Delnoij, T. S. R., Driessen, R., Sharma, A. S., Bouman, E. A., Strauch, U., & Roekaerts, P. M. (2016). Venovenous extra corporeal membrane oxygenation in intractable pulmonary insufficiency: practical issues and future directions. *BioMed Research International*, 2016.
- Fan, E., Brodie, D., & Slutsky, A. S. (2018). Diagnosis and Treatment in Acute Respiratory Distress Syndrome-Reply. *Jama*, 320(3), 306-306.
- Faulkner, A. L., Bacon, J. D., Fischer, B. A., Grupke, S. L., & Hatton, K. W. (2019). Successful Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO) Use without Systemic Anticoagulation for Acute Respiratory Distress Syndrome in a Patient with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Case reports in neurological medicine*, 2019. doi: [10.1155/2019/9537453](https://doi.org/10.1155/2019/9537453)
- Force, A. D. T., Ranieri, V. M., Rubenfeld, G. D., Thompson, B. T., Ferguson, N. D., & Caldwell, E. (2012). Acute respiratory distress syndrome. *Jama*, 307(23), 2526-2533.
- Hernandez Conte, A. T., Ng, D., Ramzy, D., Diliberio, D., LaBounty, T. M., Gaultier, C., & Behringer, E. C. (2018). Extracorporeal membrane oxygenation in a 29-year-old man with Pneumocystis jirovecii respiratory failure and AIDS. *Texas Heart Institute Journal*, 45(4), 254-259.
- Howell, M. D., & Davis, A. M. (2018). Management of ARDS in adults. *Jama*, 319(7), 711-712.
- Horikita, S., Sanui, M., Fujimoto, Y., & Lefor, A. K. (2017). Successful repeat ECMO in a patient with

- AIDS and ARDS. *Case Reports*, 2017, bcr-2017.  
Doi: [10.1136/bcrp2017219870](https://doi.org/10.1136/bcrp2017219870)
- Hwang, G. J., Sheen, S. H., Kim, H. S., Lee, H. S., Lee, T. H., Gim, G. H., & Lee, J. J. (2013). Extracorporeal membrane oxygenation for acute life-threatening neurogenic pulmonary edema following rupture of an intracranial aneurysm. *Journal of Korean medical science*, 28(6), 962-964.
- Kim, W. Y., Kang, B. J., Chung, C. R., Park, S. H., Oh, J. Y., Park, S. Y., & Kim, J. H. (2019). Prone positioning before extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome: a retrospective multicenter study. *Medicine (English Edition)*, 43(7), 402-409.
- Lee W and Slutsky A. (2016). Acute Hypoxemic Respiratory Failure and ARDS. In: Broaddus VC, Ernst JD, Jr, TEK and Lazarus SC, (Eds.). *Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine*. 6th Ed. Philadelphia: Elsevier, P. 1740-60.
- Lindén V, et al. (2016). High survival in adult patients with acute respiratory distress syndrome treated by extracorporeal membrane oxygenation, minimal sedation, and pressure supported ventilation. *Intensive Care Med*. 2016;26:1630-7.
- Omote, N., Kondoh, Y., Taniguchi, H., Kimura, T., Kataoka, K., Hasegawa, R., & Hasegawa, Y. (2016). Acute respiratory distress syndrome due to severe pulmonary tuberculosis treated with extracorporeal membrane oxygenation: a case report and review of the literature. *Respiratory medicine case reports*, 19, 31-33.  
doi: [10.1016/j.rmcr.2016.06.001](https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2016.06.001)
- Patel, A.R., Patel, A.R., Singh, S., Singh, S. and Munn, N.J. (2019). Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation Therapy in Adults. *Cureus*, 11(8).
- Pipeling MR, Fan E. (2017). Therapies for refractory hypoxemia in acute respiratory distress syndrome. *JAMA*. 2017;304(22):2521-2527.
- Rihal, C. S., Naidu, S. S., Givertz, M. M., Szeto, W. Y., Burke, J. A., Kapur, N. K., & Tu, T. (2015). 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS clinical expert consensus statement on the use of percutaneous mechanical circulatory support devices in cardiovascular care: endorsed by the American Heart Association, the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiología Intervención; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. *Journal of the American College of Cardiology*, 65(19), e7-e26.
- Rodger AJ, Lodwick R, Schechter M, et al. (2016). Mortality in well controlled HIV in the continuous antiretroviral therapy arms of the SMART and ESPRIT trials compared with the general population. *AIDS* 2016;27:973-9.
- Vogel, D. J., Murray, J., Czupran, A. Z., Camporota, L., Ioannou, N., Meadows, C. I., & Barrett, N. (2018). Veno-arterio-venous ECMO for septic cardiomyopathy: a single center experience. *Perfusion*, 33(1\_suppl), 57-64.

- Ware LB, Matthay MA. The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2016;342:1334–49
- Yildiz, Y., Oztas, D. M., Ulukan, M. O., Erkanli, K., Unal, O., Ugurlucan, M., & Turkoglu, H. (2019). Application of hybrid dextra corporeal membrane oxygenation for the treatment of subsequent shock following acute respiratory distress syndrome developing after fire arm injury. *Casereports in medicine*, 2019. [Doi:10.115/2019/3120912](https://doi.org/10.115/2019/3120912)