

INFORMASI ARTIKEL

Received: November, 01, 2023

Revised: November, 28, 2023

Available online: November, 29, 2023

at : <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/holistik>

Pemantauan transkutan non invasif: CO_2 pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*: A literature review

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia

Korespondensi penulis e-mail: endahazzahra17@gmail.com

Abstract

Background: *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)* is an effective breathing apparatus in infants to optimize lung volume. Continuous monitoring of CO_2 is required to determine diagnosis and therapeutic evaluation. The best standard method for partial pressure measurement of carbon dioxide (PCO_2) is an invasive arterial blood gas analysis. *Noninvasive monitoring of transcutaneous CO_2 (tc PCO_2)* is a well-documented, noninvasive method for tracking ventilation in newborns.

Purpose: Provide an overview and idea of the results of the *literature review* on *non-invasive monitoring of transcutaneous CO_2* in infants with *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)* therapy.

Method: The form of a literature review. database searches are carried out through *Summons, Proquest dan Scindedirect, Pub Med* articles, between 2010-2023. Then filtering was carried out using PICO (*Population, Intervention, Comparative, Outcome*) to obtain 10 suitable articles.

Results: Based on several studies show that *the most accurate CO_2 monitoring is by blood gas analysis but non-invasive monitoring of transcutaneous CO_2 (tc PCO_2) can describe CO_2 trends without repeated piercing and the results resemble venous blood gas analysis.*

Conclusion: *Non-invasive monitoring of tc PCO_2 can be applied to monitoring CO_2 in infants using High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) therapy so that CO_2 can be monitored continuously.*

Keywords: High Frequency Oscillatory Ventilation; Infants; Non-Invasif Transcutaneous CO_2

Pendahuluan: *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)* merupakan alat bantu pernapasan yang efektif pada bayi untuk mengoptimalkan volume paru. Diperlukan *pemantauan CO_2* yang kontinu untuk menentukan diagnosis dan evaluasi terapeutik. Metode standar yang paling baik untuk pengukuran tekanan parsial karbondioksida (PCO_2) adalah analisa gas darah arteri yang dilakukan secara invasif. *Pemantauan non-invasif transcutaneous CO_2 (tc PCO_2)* adalah metode *non-invasif* yang terdokumentasi dengan baik untuk melacak ventilasi pada bayi baru lahir.

Tujuan: Memberikan gambaran dan gagasan dari hasil *literature review* tentang *pemantauan non-invasif transcutaneous CO_2* pada bayi dengan terapi *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)*.

Metode: Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review*. Penelusuran artikel akademik melalui *Online Database* pencarian melalui *Summons, Proquest dan Scindedirect, PubMed* dari tahun 2010-2023. Kemudian dilakukan penyaringan dengan PICO (*Population, Intervention, Comparative, Outcome*) didapatkan 10

artikel yang sesuai.

Hasil: Berdasarkan beberapa studi menunjukkan bahwa pemantauan CO_2 paling akurat adalah dengan analisa gas darah namun pemantauan non-invasif transcutaneous CO_2 (tcPCO₂) dapat menggambarkan trend CO_2 tanpa penusukan berulang dan hasilnya menyerupai dengan analisa gas darah vena.

Simpulan: Pemantauan non invasive tcPCO₂ dapat diterapkan untuk pemantauan CO_2 pada bayi yang menggunakan terapi *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)* agar CO_2 dapat terpantau secara kontinu.

Kata Kunci: Bayi; Pemantauan Transkutan Non-Invasif CO_2 ; Ventilasi Osilasi Frekuensi Tinggi

PENDAHULUAN

High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) merupakan alat bantu pernapasan yang efektif untuk bayi baru lahir dengan mengoptimalkan volume paru (Tingay, Mills, Morley, Pellicano, & Dargaville, 2013). Ventilasi osilasi frekuensi tinggi (HFOV) adalah salah satu alat bantu pernapasan yang dapat mengurangi risiko displasi bronkopulmonalis dengan memberikan tekanan konstan, meningkatkan volume paru dan oksigenasi dengan volume tidal yang rendah (Zivanovic, Peacock, Alcazar-Paris, Lo, Lunt, Marlow, Calvert, & Greenough, 2014). *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)* adalah jenis ventilasi mekanik invasif yang menggunakan frekuensi pernapasan suprafisiologis dan volume tidal (VT) rendah yang mendekati *deadspace* anatomis (Veterini, 2022). Karbondioksida (CO_2) dikeluarkan dengan pengaturan amplitudo dan frekuensi. Frekuensi yang lebih rendah menghasilkan VT yang lebih tinggi dan penghilangan CO_2 yang lebih baik (Miller, Tan, Smith, Rotta, & Lee, 2022). Bayi yang mendapatkan HFOV berhasil extubasi lebih awal dibandingkan dengan ventilasi konvensional dan bayi dapat *survive* tanpa membutuhkan oksigen tambahan pada usia kehamilan 36 minggu (Courtney, Durand, Asselin, Jeanette Hudak, Aschner, & Shoemaker, 2002).

Pemantauan CO_2 secara kontinu berpotensi mengurangi hasil yang buruk pada bayi yang rentan terhadap fluktuasi aliran darah ke otak, pada bayi prematur yang beresiko (bayi yang mengalami perdarahan intraventricular (IVH) yang parah, leukomalasia periventricular (PVL) dan BPD serta bayi dengan HIE). Pengaturan ventilator dan pemilihan strategi yang tepat didasarkan pada pemantauan CO_2 secara kontinu dan evaluasi klinis. Evaluasi terputus

akan menyebabkan tindakan korektif menjadi tertunda (Sankaran, Zeinali, Iqbal, Chandrasekharan, & Lakshminrusimha, 2021).

Transcutaneous CO_2 adalah metode non invasif untuk mengestimasi POC₂ secara terus menerus menggunakan sensor kulit yang dipanaskan melalui sistem kapiler kulit (Mukhopadhyay, Maurer, & Puopolo, 2016). CO_2 transkutan (tcPCO₂) merupakan metode non-invasif yang terdokumentasi dengan baik untuk melacak ventilasi pada bayi baru lahir dan divalidasi sebagai metode yang akurat untuk semua kelompok usia (Chandrakantan, Jasiewicz, Reinsel, Khmara, Mintzer, DeCristofaro, & Seidman, 2019). Perlunya pemantauan non-invasif transcutaneous: CO_2 pada bayi dengan terapi HFOV (*High Frequency Oscillatory Ventilation*) sebagai gambaran evaluasi atas terapi yang diberikan dan sebagai diagnosis serta menentukan tindakan terapeutik (Murniati, Taherong, & Syatirah, 2021).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *literature review*, yaitu suatu studi mengumpulkan, mengevaluasi dan menganalisis literatur yang telah dipilih dari berbagai sumber hingga menjadi sebuah kesimpulan ide baru. Artikel yang digunakan dalam studi ini adalah artikel yang membahas mengenai topik pemantauan non-invasif transcutaneous CO_2 pada bayi dengan terapi *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)*, dengan 2 (dua) kata kunci yaitu 1) pemantauan non invasif transcutaneous CO_2 dan 2) *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)*.

Penelusuran artikel akademik melalui *Online Database* pencarian melalui *Summons, Proquest* dan

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahazzahra17@gmail.com

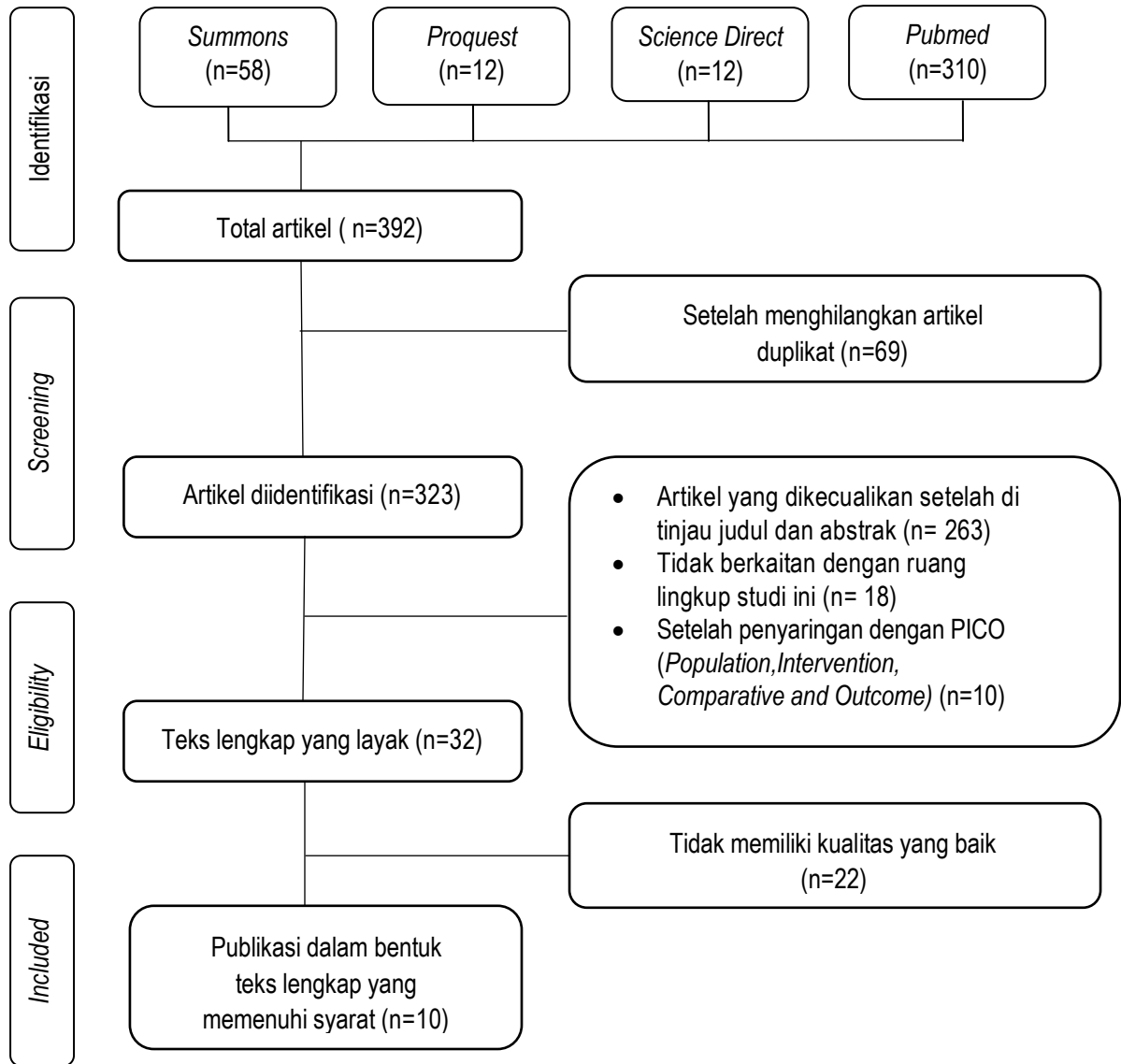
DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: Co₂ pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

Sciencedirect dari tahun 2010-2023. Penelusuran artikel juga dilakukan melalui *PubMed* dari tahun 2010-2023. Hasil penelusuran melalui *Summons* berjumlah 58 artikel, *Proquest* berjumlah 12 artikel. *ScienceDirect* berjumlah 12 artikel dan *Pubmed* berjumlah 310,

sehingga total artikel yang didapatkan adalah 392 artikel. Kemudian dilakukan penyaringan dengan PICO (*Population, Intervention, Comparative, Outcome*) didapatkan 10 artikel yang sesuai.

HASIL



Gambar 1. The study selection process of literature adapted from Prisma

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahazzahra17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Tabel 1. Rincian hasil Jurnal Pilihan Utama untuk *Literature Review*

| Penulis/Tahun | Judul | Nama Jurnal | Tujuan | Metode | Hasil |
|--------------------------|---|--|---|--|---|
| Levinetal (2023) | <i>Transcutaneous CO_2 Monitoring in Extremely Low Birth Weight Premature Infants. Journal of Clinical Medicine.</i> | <i>Journal of Clinical Medicine</i> | Mengevaluasi korelasi dan kesesuaian antara kadar CO_2 yang diukur dengan monitor TcPCO ₂ dan CO_2 gas darah (bgCO ₂) pada bayi dengan berat lahir sangat rendah (ELBW) | Studi observasional prospektif multicenter | Korelasi antara tren TcPCO ₂ dan bgCO ₂ adalah tingkat moderat. Pengukuran CO_2 oleh TcPCO ₂ memiliki kesepakatan yang baik (bias < 5 mmHg) dengan bgCO ₂ pada bayi prematur < 1000 g selama minggu pertama kehidupan. Penggunaan TcPCO ₂ sebagai alat pelengkap untuk pengambilan sampel gas darah, untuk menilai kadar CO_2 dan tren pada pasien |
| Chatterje, et al. (2014) | <i>A novel approach toward noninvasive monitoring of transcutaneous CO_2</i> | <i>Medical Engineering and Physics</i> | Mengukur CO_2 yang berdifusi melalui membran atau kulit dengan transcutaneous CO_2 | Studi eksperimen | Menunjukkan bahwa metode pemantauan CO_2 menggunakan <i>transcutaneous CO_2</i> dapat digunakan bukan hanya pada neonatus tetapi juga pada populasi pasien yang lebih luas. |
| Mukhopadhyay (2016) | <i>Neonatal Transcutaneous Carbondioxide Monitoring Effecton Clinical Management and Outcomes</i> | <i>Journal of Respiratory Care</i> | of 1) Membandingkan frekuensi pemeriksaan analisa gas darah dengan melihat nilai CO_2 yang ekstrem dengan melihat hasil klinis neonates dengan atau tanpa monitor Transcutaneous CO_2 2) Mengukur kesepakatan antara pengukuran PtcPCO ₂ dan gas darah CO_2 secara simultan serta | Studi kohort dengan analisis retrospektif | Secara statistic, pemantauan TcPCO ₂ dapat menurunkan frekuensi pengambilan darah (gas darah) pada neonatus yang mendapatkan ventilasi. Terdapat bias yang lebih besar terlihat dengan sampel arteri dan selama penggunaan ventilasi frekuensi tinggi. Terdapat kesepakatan moderat antara TcPCO ₂ dan pengukuran gas darah secara simultan. |

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahzahr17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: CO_2 pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

| | | | | | | |
|------------------------------|--|---|-----|---|--|--|
| | | | | mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi | | |
| Chandrakantan, et all (2019) | <i>Transcutaneous CO_2 versus end-tidal CO_2 in neonates and infants undergoing surgery: a prospective study</i> | <i>Medical Devices: Evidence and Research</i> | and | Membandingkan EtcPCO ₂ perioperatif dengan TcPCO ₂ pada populasi perioperative (neonates dan beberapa bayi dengan berat badan dibawah 10 kg). | <i>IRB (Institutional Review Board) approval</i> | CO ₂ transkutan merupakan ukuran yang lebih akurat daripada EtcPCO ₂ untuk tingkat CO ₂ darah vena pada pasien NICU dan bayi. CO ₂ transkutan memiliki kesesuaian yang lebih baik dengan nilai CO ₂ gas darah vena. |
| Sankaran & Detal (2021) | <i>Non-invasive carbon dioxide monitoring in neonates: methods, benefits, and pitfalls</i> | <i>Journal of Perinatology</i> | of | Menggambarkan penggunaan pemantauan non invasif: metode, manfaat dan keterbatasannya pada neonates | <i>Literature-narrative review</i> | Terdapat 3 metode pemantauan CO ₂ noninvasif yaitu: . <i>End-tidal CO_2 monitoring (EtcPCO₂)</i> , terdiri dari). <i>Mainstream EtcPCO₂</i> , <i>Sidesteam EtcPCO₂</i> , . <i>Transcutaneous CO_2 monitoring (TcPCO₂)</i> . <i>Colorimetric carbon dioxide detectors (CCDD Transcutaneous CO_2 dan Colorimetris CO_2</i> . Studi pada bayi baru lahir menunjukkan bahwa TcPCO ₂ berkorelasi lebih baik dengan PaCO ₂ dibandingkan dengan EtcPCO ₂). |
| Duyu, et al (2021) | <i>Comparison of arterial CO_2 estimation by end-tidal</i> | <i>Journal of Clinical Monitoring and Computing</i> | of | Mengevaluasi metode TcPCO ₂ dan PETCPCO ₂ dengan tingkat PaCO ₂ yang sebenarnya, dan untuk menilai variabilitas pengukuran yang | <i>Prospective and comparative study</i> | Metode TcPCO ₂ memiliki keandalan yang lebih tinggi daripada metode PETCPCO ₂ pada anak yang menjalani ventilasi mekanis invasif. TcPCO ₂ tidak dapat |

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahzahr17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: Co₂ pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

| | | | | | |
|---------------------------------|---|--|--|---|---|
| | <i>and transcutaneous CO2 measurements in intubated children and variability with subject related factors</i> | | berkaitan dengan faktor-faktor terkait subjek, seperti ketebalan kulit dan jaringan adiposa subkutan, serta keberadaan penyakit paru-paru. | | menggantikan analisa gas darah, tetapi sangat berguna untuk mendefinisikan perubahan awal pada ventilasi, memudahkan manajemen klinis dan mengurangi jumlah prosedur invasive yang dilakukan untuk pengambilan sampel darah arteri. |
| Zivanovic, (2014) | <i>Late Outcomes of a Randomized Trial of High-Frequency Oscillation in Neonates</i> | <i>The new england journal of medicine</i> | Membandingkan HFOV dengan ventilasi konvensional terkait fungsi paru-paru dan kesehatan pernapasan, kualitas hidup dan status fungsional. | <i>Multicenter, randomized trial that compared HFOV with conventional ventilation immediately after birth</i> | Kelompok HFVO memiliki hasil yang lebih baik dalam uji fungsi saluran napas kecil dibandingkan terapi konvensional. |
| Meyers, Rodrigues, & Ari (2019) | <i>High-frequency oscillatory ventilation: A narrative review</i> | <i>National Library of Medicine</i> | Menggambarkan penggunaan High frequency oscillatory ventilation | <i>Literature-narrative review</i> | HFOV memaksimalkan rekrutmen alveolus dan merupakan alat yang sangat baik dalam rekrutmen alveolus yang dapat bermanfaat dalam mencegah cedera paru. HFOV menjaga inflasi pasu pada tekanan saluran napas yang konstan dengan asilasi aliran sinusoidal untuk mencegah siklus mengembang dan mengecil paru dan memberikan peningkatan oksigenasi. |

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahzahr17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: CO_2 pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

| | | | | | |
|--------------------------|---|--|---|--|---|
| Atherton, et all (2022) | <i>An Educational Journal of Intervention to Improve Comfort with Applying and Interpreting Transcutaneous CO₂ and End-tidal CO₂ Monitoring in the PACU</i> | <i>PeriAnesthesia Nursing</i> | Mengevaluasi efektivitas program edukasi tentang pengukuran ventilasi menggunakan perangkat yang menilai kadar karbon dioksida pada pasien yang pulih dari prosedur bedah | Survei sebelum dan sesudah tentang pencapaian pengetahuan dari intervensi edukasi tentang pengukuran ventilasi menggunakan perangkat EtcPCO ₂ dan TcPCO ₂ di unit perawatan pasca anaestesi (PACU) | Ada perbedaan signifikan secara statistic dalam tingkat kenyamanan perawat pacu dalam menerapkan dan menginterpretasi monitor etcPCO ₂ atau TcPCO ₂ sebelum dan setelah survey. Pendidikan bagi perawat yang bekerja di pacu sangat penting sebelum menerapkan pemantauan EtcPCO ₂ atau TcPCO ₂ |
| Courtney, et all (2002). | <i>High-frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants.</i> | <i>The New England Journal of Medicine</i> | Membandingkan efektivitas dan kewanaman ventilasi High Frequency Oscilator dengan ventilasi konvensional untuk bayi dengan berat lahir sangat rendah | Randomized, multicenterclinical trial | Bayi yang mendapatkan HFOV berhasil extubasi lebih awal dibandingkan dengan ventilasi konvensional dan bayi dapat survive tanpa membutuhkan oksigen tambahan pada usia kehamilan 36 minggu. |

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahzahr17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

PEMBAHASAN

High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) merupakan metode efektif untuk mendukung pernapasan yang digunakan untuk bayi baru lahir dengan mengoptimalkan volume paru (Tingay, Mills, Morley, Pellicano, & Dargaville, 2013). HFOV sering digunakan sebagai strategi penyelamatan ketika ventilasi mekanis konvensional gagal (Soegijanto, 2016). HFOV menggunakan volume tidal rendah dan tekanan saluran napas rata-rata konstan bersamaan dengan laju pernapasan tinggi untuk memberikan efek bermanfaat pada oksigenasi dan ventilasi (Meyers Rodrigues, & Ari, 2019).

High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) menggunakan frekuensi pernapasan suprafisiologis dan volume tidal (VT) rendah yang mendekati *dead space* anatomis. Karbondioksida (CO_2) dikeluarkan dengan pengaturan amplitudo dan frekuensi, frekuensi yang lebih rendah menghasilkan VT yang lebih tinggi dan penghilangan CO_2 yang lebih baik (Miller, Tan, Smith, Rotta, & Lee, 2022).

Pemantauan CO_2 sangat penting untuk diagnosis dan evaluasi terapeutik pada bayi yang mendapatkan ventilasi seperti *High Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV)*. Metode standar yang paling baik untuk pengukuran tekanan parsial karbondioksida (PCO_2) adalah analisa gas darah arteri yang dilakukan secara invasif (Doda, & Muchtar, 2022). Analisa gas darah dilakukan dengan penusukan arteri yang berisiko kehilangan darah dan kerusakan pembuluh darah serta komplikasi terkait kateter jika menggunakan arteri line (Dahliawati, & Zuhroh, 2016). Analisa gas darah tidak dapat dilakukan pemantauan secara kontinu sehingga pengukuran PCO_2 tidak memberikan hasil secara real time yang dapat menunda waktu respon pada pasien kritis (Budiarto, 2013). Evaluasi menjadi terputus dan berisiko tidak terdeteksinya periode $PaCO_2$ yang terlalu tinggi atau terlalu rendah (Suwardianto, 2020).

Dengan teknologi saat ini, belum ditemukan metode yang sepenuhnya dapat menggantikan pengukuran $PaCO_2$ namun dapat memberikan pemantauan kontinu dan non invasif pada pasien (Duyu, Mocan Çağlar, Karakaya, Usta Aslan, Yılmaz, Ören Leblebici, Doğan Bektaş, Bahar, & Yersel, 2021).

Metode pemantauan CO_2 noninvasif terdiri dari *End-tidal CO_2 pemantauan (Etc PCO_2)*, *Transcutaneous CO_2 pemantauan (Tc PCO_2)* dan *Colorimetric carbon dioxide detectors (CCDD)* (Sankaran, Zeinali, Iqbal, Chandrasekharan, & Lakshminrusimha, 2021). Metode Tc PCO_2 memiliki kenadalan yang lebih tinggi dibandingkan metode Etc PCO_2 dalam pemantauan non-invasif PCO_2 pada bayi yang mendapatkan terapi ventilasi mekanik, terutama pada anak dengan *pulmonary disease* (Duyu, Mocan Çağlar, Karakaya, Usta Aslan, Yılmaz, Ören Leblebici, Doğan Bektaş, Bahar, & Yersel, 2021).

Pemantauan CO_2 transkutan (tc PCO_2) adalah metode non-invasif yang terdokumentasi dengan baik untuk melacak ventilasi pada bayi baru lahir dan divalidasi sebagai metode yang akurat untuk semua kelompok usia. CO_2 transkutan merupakan ukuran yang lebih akurat dibanding Etc PCO_2 , dengan kesesuaian yang lebih baik dengan analisa gas darah vena (Chandrakantan, Jasiewicz, Reinsel, Khmara, Mintzer, DeCristofaro, & Seidman, 2019).

Metode pemantauan CO_2 menggunakan *transcutaneous CO_2* dapat digunakan bukan hanya pada neonatus tetapi juga pada populasi pasien yang lebih luas (Chatterjee, Ge, Kostov, Tolosa, & Rao, 2014). Penggunaan Tc PCO_2 sebagai alat pelengkap untuk pengambilan sampel gas darah, untuk menilai kadar CO_2 dan tren pada pasien (Levin, Avishay, Soffer, Arnon, Riskin, Dinur, Lavie-Nevo, Gover, Kugelman, & Hochwald, 2023). CO_2 transkutan memiliki kesesuaian yang lebih baik dengan nilai CO_2 gas darah vena, didapatkan hasil Tc PCO_2 dapat menjadi kriteria yang akurat dan dini dari kegagalan uji pernapasan spontan (Chandrakantan, Jasiewicz, Reinsel, Khmara, Mintzer, DeCristofaro, & Seidman, 2019).

Keuntungan dari *transcutaneous CO_2 (Tc PCO_2)* adalah memberikan gambaran trend CO_2 dengan baik dalam jangka waktu tertentu, mengurangi kebutuhan pengambilan sampel darah berulang, dapat digunakan dengan berbagai jenis ventilator (*high frequency ventilators* dan non-invasif ventilasi) dan dapat digunakan dengan reliabilitas selama transportasi bayi baru lahir yang mendapatkan ventilasi. Namun

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahazzahra17@gmail.comDOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: CO_2 pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

transcutaneous CO_2 memiliki keterbatasan, diantaranya hasil menjadi tidak akurat jika terdapat kesalahan dalam penempatan sensor dan kalibrasi yang tidak benar (Fuke, Miyamoto, Ohira, Ohira, Odajima, & Nishimura, 2009). *Transcutaneous* CO_2 juga tidak dapat diandalkan pada bayi dengan gangguan perfusi, asidosis, edema dan yang menggunakan oba vasoktriktor (Lermuzeaux, Meric, Sauneuf, Girard, Normand, Lofaso, & Terzi, 2016). Selain itu, risiko terbakar pada kulit, sehingga perlu dilakukan penggantian posisi secara berkala (Sankaran, Zeinali, Iqbal, Chandrasekharan, & Lakshminrusimha, 2021).

Pendidikan bagi perawat yang bekerja di PACU (*Post Anesthesia Care Unit*) sangat penting sebeum menerapkan pemantauan EtcPCO_2 atau TcPCO_2 , sehingga perlu dilakukan edukasi tentang pengukuran ventilasi menggunakan perangkat yang menilai kadar karbon dioksida (Apriana, & Dedy, 2018). Dengan adanya pemahaman yang baik, pemantauan *Transcutaneous* CO_2 dapat berfungsi dengan baik (Atherton, Jungquist, & Spulecki, 2022).

Transkutan CO_2 diukur dengan menggunakan perangkat TCM4 $\text{PTPCO}_2/\text{PTPCO}_2$ (Radiometer™, Kopenhagen, Denmark, seri TCM4® CombiM). Membran elektroda perangkat dibersihkan dan dikalibrasi pada awal pengukuran, dan kalibrasi berulang diterapkan setiap empat jam. Tetes kecil gel sensor diterapkan pada pusat permukaan membran sensor. Tujuan penggunaan gel sensor adalah memungkinkan difusi gas dengan menjaga kelembapan kulit. Suhu elektroda diatur menjadi $44,0^\circ\text{C}$ untuk meningkatkan aliran darah yang cukup di kapiler sehingga memungkinkan pengukuran PCO_2 sesuai dengan rekomendasi produsen (Duyu, Mocan Çağlar, Karakaya, Usta Aslan, Yılmaz, Ören Leblebici, Doğan Bektaş, Bahar, & Yersel, 2021).

Terdapat tiga lokasi yang dipilih sebelumnya dalam posisi telentang: (a) ruang interkostal kedua di garis tengah klavikula, (b) permukaan lateral perut pada tingkat pusar di garis tengah klavikula, dan (c) permukaan dalam paha. Cincin fiksasi baru digunakan pada setiap lokasi pengukuran transkutan CO_2 . Sensor transkutan ditempatkan di dada, paha, atau perut anak dan dibiarkan stabil selama setidaknya 15

menit sebelum data direkam (Duyu, Mocan Çağlar, Karakaya, Usta Aslan, Yılmaz, Ören Leblebici, Doğan Bektaş, Bahar, & Yersel, 2021).

SIMPULAN

Pada bayi yang mendapat terapi HFOV perlu dilakukan pemantauan CO_2 secara kontinu. Pemantauan *non invasif transcutaneous* CO_2 merupakan pemantauan secara non invasif yang memberikan hasil secara real time dan memudahkan terdeteksinya periode PaCO_2 yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, sehingga dapat diagnosis dan panduan terapeutik dalam memberikan terapi selanjutnya dapat dilakukan secara tepat. Perlu adanya edukasi kepada perawat sebelum penggunaan alat TcPCO_2 agar alat dan pemantauan dapat berjalan dengan baik dan mendapatkan hasil yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriana, R., & Dedy, Y. (2018). Hubungan beban kerja Dengan kepatuhan pengisian surgical patient safety checklist pada perawat di ruang instalasi bedah sentral Rumah Sakit ST. Elisabeth Semarang. *Jurnal Ners Widya Husada*, 3(1).
- Atherton, P., Jungquist, C., & Spulecki, C. (2022). An Educational Intervention to Improve Comfort with Applying and Interpreting Transcutaneous CO_2 and End-tidal CO_2 Monitoring in the PACU. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 37(6), 781-786.
- Budiarto, E. (2013). *Hubungan antara tekanan parsial end tidal co_2 dan tekanan parsial arterial co_2 pada pasien kraniotomi dengan anestesi umum* (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).
- Chandrakantan, A., Jasiewicz, R., Reinsel, R. A., Khmara, K., Mintzer, J., DeCristofaro, J. D., & Seidman, P. (2019). Transcutaneous CO_2 versus end-tidal CO_2 in neonates and infants undergoing surgery: a prospective study. *Medical Devices: Evidence and Research*, 165-172.

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahzazzahra17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>

Pemantauan transkutan non invasif: Co₂ pada bayi dengan terapi *high frequency oscillatory ventilation (HFOV)*:
A literature review

- Chatterjee, M., Ge, X., Kostov, Y., Tolosa, L., & Rao, G. (2014). A novel approach toward noninvasive monitoring of transcutaneous CO₂. *Medical engineering & physics*, 36(1), 136-139.
- Courtney, S. E., Durand, D. J., Asselin, J. M., Hudak, M. L., Aschner, J. L., & Shoemaker, C. T. (2002). High-frequency oscillatory ventilation versus conventional mechanical ventilation for very-low-birth-weight infants. *The New England Journal of Medicine*, 347(9), 643-52.
- Dahliawati, Y., & Zuhroh, D. F. (2016). Perbedaan Pungsi Analisa Gas Darah pada Arteri Brachialis dan Arteri Radialis dengan Kejadian Hematoma ICU Rumah Sakit Mitra Keluarga Waru. *INFOKES (Informasi Kesehatan)*, 8(1), 9-17.
- Doda, D., & Muchtar, F. (2022). Tatalaksana pasien post craniectomy tumor removal di Intensif Care Unit (ICU). *Jurnal Medical Profession (Medpro)*, 4(3), 336-342.
- Duyu, M., Mocan Çağlar, Y., Karakaya, Z., Usta Aslan, M., Yılmaz, S., Ören Leblebici, A. N., Doğan Bektaş, A., Bahar, M., & Yersel, M. N. (2021). Comparison of arterial CO₂ estimation by end-tidal and transcutaneous CO₂ measurements in intubated children and variability with subject related factors. *Journal of clinical monitoring and computing*, 35(1), 101-111.
- Fuke, S., Miyamoto, K., Ohira, H., Ohira, M., Odajima, N., & Nishimura, M. (2009). Evaluation of transcutaneous CO₂ responses following acute changes in PaCO₂ in healthy subjects. *Respirology*, 14(3), 436-442.
- Lermuzeaux, M., Meric, H., Sauneuf, B., Girard, S., Normand, H., Lofaso, F., & Terzi, N. (2016). Superiority of transcutaneous CO₂ over end-tidal CO₂ measurement for monitoring respiratory failure in nonintubated patients: a pilot study. *Journal of critical care*, 31(1), 150-156.
- Levin, B. L., Avishay, N., Soffer, O., Amon, S., Riskin, A., Dinur, G., & Hochwald, O. (2023). Transcutaneous CO₂ Monitoring in Extremely Low Birth Weight Premature Infants. *Journal of Clinical Medicine*, 12(17), 5757.
- Meyers, M., Rodrigues, N., & Ari, A. (2019). High-frequency oscillatory ventilation: A narrative review. *Canadian journal of respiratory therapy: CJRT= Revue canadienne de la therapie respiratoire: RCTR*, 55, 40.
- Miller, A. G., Tan, H. L., Smith, B. J., Rotta, A. T., & Lee, J. H. (2022). The Physiological Basis of High-Frequency Oscillatory Ventilation and Current Evidence in Adults and Children: A Narrative Review. *Frontiers in physiology*, 13, 808.
- Mukhopadhyay, S., Maurer, R., & Puopolo, K. M. (2016). Neonatal transcutaneous carbon dioxide monitoring—effect on clinical management and outcomes. *Respiratory Care*, 61(1), 90-97.
- Murniati, L., Taherong, F., & Syatirah, S. (2021). Manajemen Asuhan Kebidanan Pada Bayi Baru Lahir Dengan Asfiksia (Literatur Review). *Jurnal Midwifery*, 3(1), 32-41.
- Sankaran, D., Zeinali, L., Iqbal, S., Chandrasekharan, P., & Lakshminrusimha, S. (2021). Non-invasive carbon dioxide monitoring in neonates: methods, benefits, and pitfalls. *Journal of Perinatology*, 41(11), 2580-2589.
- Soegijanto, S. (2016). *Kumpulan Makalah Penyakit Tropis dan Infeksi di Indonesia Jilid 8 (Vol. 8)*. Airlangga University Press.
- Suardianto, H. (2020). *Buku Ajar Keperawatan Kritis: Pendekatan Evidence Base Practice Nursing*. Lembaga Chakra Brahma Lentera.
- Tingay, D. G., Mills, J. F., Morley, C. J., Pellicano, A., & Dargaville, P. A. (2013). Indicators of optimal lung volume during high-frequency oscillatory ventilation in infants. *Critical care medicine*, 41(1), 237-244.
- Veterini, A. S. (2022). *Buku Ajar Dasar-Dasar Pengaturan Alat Ventilasi Mekanik pada Pasien Dewasa*. Airlangga University Press.
- Zivanovic, S., Peacock, J., Alcazar-Paris, M., Lo, J. W., Lunt, A., Marlow, N., Calvert, S., & Greenough, A. (2014). Late outcomes of a randomized trial of high-frequency oscillation in neonates. *The New England journal of medicine*, 370(12), 1121-1130.

Endah Dessirya

Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
Korespondensi e-mail: endahazzahra17@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33024/hjk.v17i7.12871>