

## **Monitoring End-Tidal CO<sub>2</sub> pada Wanita Hamil: Fokus pada Keselamatan Pasien**

**Dewi Yulianti Bisri, Tatang Bisri**

Departemen Anestesiologi dan Teapi Intensif fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran–RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung, Departemen Anestesiologi dan Teapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi–Rumah Sakit Melinda Bandung

### **Abstrak**

Pada seksio sesarea, keselamatan pasien adalah menjaga keselamatan ibu dan bayi. Anestesi untuk seksio sesarea dapat dilakukan dengan anestesi umum, anestesi neuraxial atau gabungan spinal-epidural. Keuntungan dari anestesi umum termasuk induksi cepat, keandalan, reproduktifitas, pengendalian, menghindari hipotensi. Sedangkan kelemahan anestesi umum meliputi kemungkinan aspirasi ibu, masalah penatalaksanaan jalan napas, narkotisasi neonatus, dan *awarenes* ibu. Efek anestesi umum pada bayi adalah karena penyebab fisiologis dan farmakologis. Penyebab fisiologis meliputi hipoventilasi ibu, hiperventilasi ibu dan pengaruh perpanjangan waktu *induction-delivery* dan *uterine incision-delivery* yang mempengaruhi aliran darah uteroplasental, sedangkan penyebab farmakologis adalah obat induksi anestesi, obat blokade neuromuskuler, konsentrasi oksigen rendah, N<sub>2</sub>O dan anestesi inhalasi. Masalah manajemen jalan napas adalah masalah terbesar karena mungkin jalan napas yang sulit pada wanita hamil mengingat adanya kenaikan berat badan dan lingkaran leher, leher relatif pendek, dan buah dada membesar. Hipoventilasi akan mengurangi ketegangan oksigen pada ibu dan pada gilirannya akan menyebabkan perubahan asam-basa neonatal atau depresi biokimia. Hiperventilasi ibu juga dapat menimbulkan potensi bahaya pada janin selama anestesi umum dengan mengurangi tekanan oksigen janin. Kesimpulannya, pemasangan kapnograf pada ibu hamil yang dilakukan dengan seksio sesarea dengan anestesi umum mutlak diperlukan untuk memeriksa keberhasilan intubasi dan menentukan end-tidal CO<sub>2</sub>.

**Kata kunci:** End-Tidal CO<sub>2</sub>, pemantauan, pasien hamil, keselamatan pasien

## **End-Tidal CO<sub>2</sub> Monitoring in Pregnant Patients: Focus in Patient Safety**

### **Abstract**

In caesarean section, patient safety is to maintain the safety of mother and baby. Anaesthesia for caesarean section can be performed under general anaesthesia, neuraxial anaesthesia or combined spinal-epidural. The advantages of general anaesthesia include rapid induction, reliability, reproducibility, controllability, avoiding hypotension. While the disadvantages of general anaesthesia include the possibility of maternal aspiration, airway management problems, narcotization of neonates, and maternal awareness. The effect of general anaesthesia on the baby is due to physiological and pharmacological causes. Physiological causes include maternal hypoventilation, maternal hyperventilation and the influence of induction-delivery time and uterus-delivery incisions lengthening affecting uteroplasental blood flow, while pharmacological causes are anaesthetic induction drugs, neuromuscular blockade drugs, low oxygen concentration, N<sub>2</sub>O and inhalation anaesthetics. Airway management problems are the biggest problem because there may be difficult airway in pregnant women given the weight gain and neck circumference and neck are relatively short. Hypoventilation will reduce the oxygen tension in the mother and in turn will cause neonatal acid-base alteration. Maternal hyperventilation may also impose potential harm to the fetus during general anesthesia by decreasing fetal oxygen tension. In conclusion, the installation of a capnograph in pregnant women performed by caesarean section under general anaesthesia is absolutely necessary to check the success of intubation and determine end-tidal CO<sub>2</sub>.

**Key words:** End-Tidal CO<sub>2</sub>, monitoring, pregnant patients, patient safety

## I. Pendahuluan

Pada seksio sesarea, keselamatan pasien adalah menjaga keselamatan ibu dan bayi. Anestesi untuk seksio sesarea dapat dilakukan dengan anestesi spinal, anestesi epidural, *combined spinal epidural*, dan anestesi umum.<sup>1,2</sup> Semua teknik anestesi ini memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Keuntungan anestesi umum antara lain induksi yang cepat, *reliability*, *reproducibility*, *controllability*, menghindari hipotensi. Sedangkan kerugian anestesi umum antara lain kemungkinan terjadi aspirasi maternal, masalah pengelolaan jalan nafas, narkotisasi neonates, *awareness maternal*.<sup>1</sup> Untuk pasien yang diintubasi, kapnograf adalah monitor tercepat untuk mengidentifikasi intubasi esofagus. Antara tahun 1970–1987, sebelum capnograph digunakan kejadian intubasi oesophageal sangat tinggi, barulah setelah kapnograph digunakan di kamar operasi pada tahun 1988, kejadian intubasi oesophageal menurun dengan drastis.<sup>3</sup> (gambar 1)

Pemantauan *end Tidal CO<sub>2</sub>* (ET CO<sub>2</sub>) dengan kapnograph digunakan untuk berbagai tujuan; di kamar operasi untuk anestesi umum dan prosedur sedasi dalam, di *postanesthesia care unit* (PACUs) untuk memantau depresi pernapasan dan patensi jalan napas, dan di *intensive care unit* (ICU) serta instalasi gawat darurat (IGD) untuk konfirmasi intubasi dan pemantauan ventilasi.<sup>4</sup> Indikasi seksio sesarea dengan anestesi umum adalah bila bayi harus dengan segera dilahirkan (seksio sesarea kategori 1), bila anestesi neuroaxial merupakan kontraindikasi seperti pasien menolak, koagulopati, sepsis, hipovolemia berat, atau anestesi neuroaxial tidak berhasil dan perlu dikonversi ke anestesi umum. Harus diingat bahwa laju mortalitas seksio sesarea dengan anestesi umum adalah dua kali dibandingkan seksio sesarea dengan anestesi neuroaxial, dengan penyebab utama kematian ibu pada anestesi umum adalah kesulitan pengelolaan jalan nafas. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan bahwa jalan nafas telah bisa dibebaskan dan intubasi endotracheal bisa dilakukan.<sup>1,2</sup> Penelitian observasional retrospektif di RS Melinda Bandung, yang mengumpulkan data pasien

yang dilakukan seksio sesarea dari tahun 2004 sampai 2021 dan melibatkan 7.131 pasien yang dilakukan seksio sesarea dengan anestesi umum, menunjukkan bahwa keberhasilan intubasi endotrakheal 100%, mortalitasnya nol, Apgar skor baik.<sup>5</sup>

Kematian ibu terkait anestesi, menyumbang sekitar 2,8% dari semua kematian ibu di negara-negara berpenghasilan menengah ke bawah (*lower-middle income countries/LMICs*). *Capnography* diterima secara *universal* sebagai monitor keselamatan pasien yang penting di negara-negara berpenghasilan tinggi (*high-income countries/HICs*) namun sering tidak tersedia di negara-negara LMICs. Meningkatkan ketersediaan kapnografi telah diusulkan sebagai salah satu dari banyak pendekatan potensial untuk meningkatkan *outcome* perioperatif di LMICs.<sup>4</sup> Pasien obstetrik mengalami perubahan dalam fisiologi dan anatomi dibandingkan dengan wanita tidak hamil yang menempatkan ibu hamil pada risiko yang lebih tinggi selama pemberian anestesi.<sup>1,6,7</sup> Meskipun ada pengembangan berbagai peralatan *airway* yang canggih dan teknik yang lebih baik, kejadian intubasi pasien obstetrik yang gagal tetap lebih tinggi daripada populasi non-obstetrik. Sebuah tinjauan baru-baru ini menyatakan kejadian intubasi trakea yang gagal sebesar 2,6 per 1000 anestesi umum obstetrik dan dihubungkan dengan kematian ibu sebesar 2,3 per 100.000 anestesi umum.<sup>3</sup>

Kerugian pasien dapat disebabkan oleh berbagai penyebab termasuk kesulitan dalam mengamankan jalan napas, aspirasi, spinal tinggi, perdarahan, kesalahan obat, fasilitas yang tidak memadai untuk kasus berisiko tinggi, dokumentasi yang tidak tepat, evaluasi yang tidak lengkap selama bagian darurat, risiko selama transfer pasien, dan kerja tim dan komunikasi yang tidak efektif karena spesialisasi yang berbeda terlibat. Jalan napas yang sulit dan aspirasi pneumonia telah terlibat sebagai penyebab utama kematian ibu terkait anestesi umum.<sup>1,2</sup> Meskipun tingkat risiko pasien hamil sejak awal meningkat, morbiditas dan mortalitas perioperatif telah semakin menurun selama lima dekade terakhir di negara-negara berpenghasilan tinggi (*high-income*

*countries/HICs*). Sebagai contoh, di Amerika Serikat, kematian terkait anestesi telah berkurang dari 1 dalam 1560 anestesi pada 1950-an menjadi kurang dari 1 dalam 100.000. Perbaikan dalam keselamatan pasien selama setengah abad terakhir belum universal, dan tingkat morbiditas dan mortalitas perioperatif yang mengkhawatirkan tetap ada di banyak negara LMICs. Tingkat kematian perioperatif (*Perioperative mortality rates/POMRs*) telah dilaporkan setinggi 1 dari 504 di Malawi, 1 dari 482 di Zimbabwe, dan 1 dari 133 di Togo.<sup>4,8</sup>

Ada banyak faktor yang berkontribusi terhadap disparitas POMR antar negara dengan tingkat perkembangan ekonomi yang berbeda. Kurangnya akses ke perangkat pemantauan keselamatan pasien telah diidentifikasi sebagai kemungkinan penyebab utama. Pada tahun 2010, diperkirakan bahwa 77.700 ruang operasi di seluruh dunia tidak memiliki akses ke pulse oksimetri. Pengakuan ini mengarah pada penciptaan WFSA *Global Oximetry Project* dan inisiatif Lifebox untuk memperluas ketersediaan pulse oksimetri di negara-negara LMICs.<sup>3,4</sup>

Seperti pulse oksimetri, kapnografi dianggap sebagai alat monitor keamanan anestesi penting dalam HIC. Keduanya relatif sederhana, portabel, dan dapat dioperasikan dengan baterai. Ukuran gap kapnografi di LMIC tidak pasti, meskipun kemungkinan lebih lebar dari gap pulse oksimetri.<sup>4</sup> Standar Internasional WHO dan WFSA untuk praktik anestesi yang aman sebagai perangkat pemantauan keselamatan 'penting' (yaitu wajib). Peningkatan ketersediaan kapnografi di LMIC telah dicatat sebagai prioritas potensial untuk meningkatkan praktik anestesi yang aman secara global. Capnography diterima secara universal sebagai monitor keselamatan pasien yang penting di negara-negara HIC namun sering tidak tersedia di negara-negara LMICs. Meningkatkan ketersediaan kapnografi telah diusulkan sebagai salah satu dari banyak pendekatan potensial untuk meningkatkan *outcome* perioperatif di LMICs.<sup>4</sup>

## II. Capnograph

*Capnography* telah digunakan secara rutin di

ruang anestesi dan ruang operasi sejak tahun 1988, dan telah terbukti sangat berharga dalam mencegah bahaya dari intubasi esofagus yang tidak disengaja dan masalah manajemen jalan napas lainnya. Selain memantau ventilasi paru-paru, kapnografi dapat memberikan informasi penting tentang sirkulasi dan metabolisme pasien, dan dapat membantu diagnosis keadaan curah jantung rendah dan emboli paru. Terlepas dari kontribusi signifikan terhadap keselamatan pasien ini, dan berbeda dengan adopsi yang cepat dan di mana-mana di ruang operasi Inggris, penggunaannya tidak universal di area klinis di luar ruang operasi.<sup>9,10,11</sup>

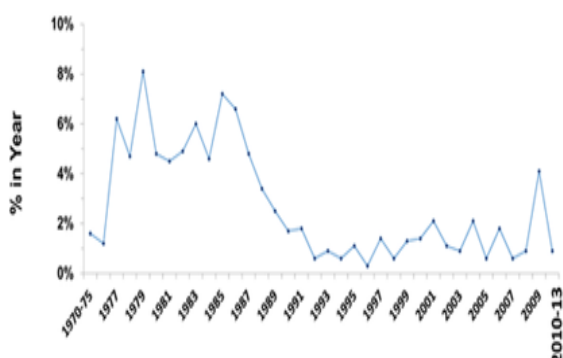
Pedoman klinis saat ini merekomendasikan kapnografi sebagai salah satu metode non-invasif terbaik untuk menilai kecukupan ventilasi pada pasien non-intubasi. Hipoventilasi alveolar atau depresi pernafasan adalah peristiwa serius yang terjadi dalam berbagai pengaturan klinis di mana pasien menerima obat sedatif dan opioid. Dengan banyaknya prosedur yang dilakukan di luar ruang operasi di bawah pengaruh obat sedatif dan peningkatan penggunaan patient-controlled analgesia, kebutuhan kapnografi untuk pemantauan telah meningkat secara dramatis. Meskipun penggunaan kapnografi berhasil untuk memantau ventilasi di ruang operasi selama beberapa dekade, area klinis lainnya telah menjadi adaptor teknologi yang sangat lambat dan masih sangat bergantung pada oksimetri nadi untuk mendeteksi hipoventilasi.<sup>12</sup> Kapnografi adalah monitor penting untuk memastikan pasien mendapatkan oksigen yang cukup selama anestesi. Kapnografi telah digunakan secara universal di negara-negara berpenghasilan tinggi selama beberapa dekade tetapi tetap hampir tidak ada di ruang operasi LMICs. Kapnografi dapat mendeteksi dengan cepat salah satu penyebab utama komplikasi dan kematian terkait anestesi yaitu intubasi esofagus.<sup>3</sup>

Kapnografi digunakan dalam berbagai di OR, PACU, ICU dan IGD. Untuk pasien yang diintubasi, kapnografi adalah monitor tercepat untuk mengidentifikasi intubasi esofagus. Jika intubasi esofagus terjadi dan tetap tidak dikenali, hal ini terkait dengan risiko tinggi terjadi

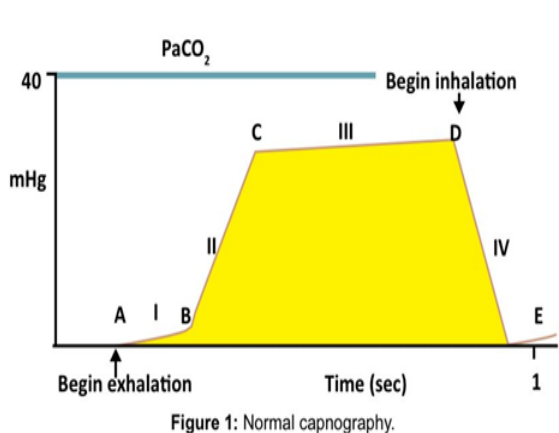
kerusakan otak dan kematian. *Capnography* juga dapat berguna untuk mendiagnosis lepasnya sirkuit jalan napas, dan obstruksi pipa endotrakea, serta kondisi sirkulasi, repirasi, dan metabolisme seperti hipoperfusi sirkulasi dan henti jantung, paru, emboli, dan bronkospasme.<sup>3,4,12</sup>

Kapnografi penting dalam anestesi untuk menilai patensi dan posisi pipa trakea atau trakeostomi, dapat memberikan informasi mengenai fungsi pernapasan dan kardiovaskular baik pada pasien diventilasi maupun tidak diventilasi, untuk mendeteksi pasien dalam normo-ventilasi, untuk menghindari hipoventilasi atau hiperventilasi. Pada seksio sesarea untuk mengetahui kondisi ventilasi, karena hipoventilasi atau hiperventilasi berpengaruh terhadap *uteroplacental blood flow* (UPBF).<sup>13</sup>

### Esophageal Intubation Claims in Year



Gambar 1. Kejadian Intubasi Oesophageal.<sup>3</sup>

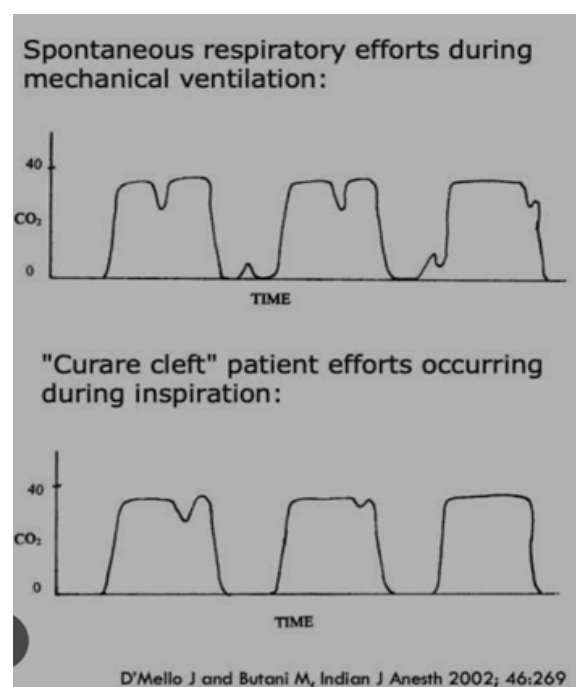


Gambar 2. Normal *Capnograph*

Dikutip dari: Sulaimanpoor.<sup>14</sup>

Saat ekspirasi dimulai, gas yang dihembuskan dari sirkuit pernapasan dan dead space anatomi (tidak ada perfusi, tidak ada pertukaran gas) yang mengandung CO<sub>2</sub> dihembuskan (Tahap I) (Gambar 2). Ketika ekspirasi berlanjut, ada peningkatan pesat dalam konsentrasi karbon dioksida yang menunjukkan pencampuran *dead space* dan gas alveolar yang menghasilkan *upstroke* berbentuk S pada kapnograf (Tahap II). Ini diikuti oleh *plateau phase* (Tahap III) mewakili gas CO<sub>2</sub> dari alveoli. Meskipun aliran ekspirasi lebih tinggi pada awalnya dan mengecil pada akhir ekspirasi, dataran tinggi alveolar memiliki kemiringan positif. Kemiringan positif menunjukkan bahwa gas alveolar yang diambil sampelnya pada akhir pernafasan memiliki konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi, karena difusi CO<sub>2</sub> dari kapiler paru berlanjut pada tingkat yang sama, tetapi pengenceran CO<sub>2</sub> ke dalam volume paru-paru berkurang secara progresif saat pernafasan berlanjut. Kemiringan dan ketinggian fase III tergantung pada konsentrasi CO<sub>2</sub> alveolar dan pola pengosongannya. Pada gilirannya, konsentrasi alveolar tergantung pada ventilasi dan perfusi.<sup>10</sup>

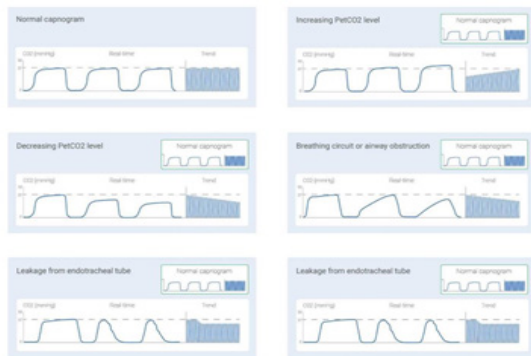
Hipoventilasi akan mengurangi tekanan oksigen



Gambar 3. *Curare cleft*

Dikutip dari: D'Mello, et al. <sup>9</sup>

pada ibu dan akan menyebabkan perubahan asam-basa neonatal. Hiperventilasi ibu dapat menimbulkan potensi bahaya pada janin selama anestesi umum dengan mengurangi tekanan oksigen janin. Mekanisme yang telah digunakan untuk menjelaskan fenomena ini meliputi: 1) vasokonstriksi pembuluh umbilikalis sekunder akibat hipokarbia ibu, 2) perubahan hemodinamik ibu sekunder karena peningkatan tekanan intratoraks yang menyebabkan penurunan aliran darah aorta dan uterus, 3) pergeseran kurva disosiasi oksihemoglobin ibu ke kiri.<sup>1</sup>



**Gambar 4. Gambaran Capnograph dalam berbagai keadaan.**

Dikutip dari: Sulaimanpoor.<sup>14</sup>

### III. Pengaruh monitor Et-CO<sub>2</sub> terhadap Patient Safety

Capnography digunakan di ruang operasi (OR) untuk anestesi umum dan prosedural sedasi yang dalam, di PACUs untuk memantau depresi pernapasan dan patensi jalan napas,

dan di ICU dan IGD untuk konfirmasi intubasi dan pemantauan ventilasi.<sup>4,17</sup> Untuk pasien yang diintubasi, kapnografi adalah monitor tercepat untuk mengidentifikasi intubasi esofagus. Jika terjadi intubasi esofagus dan tetap tidak dikenali, akan menimbulkan risiko tinggi terjadinya kerusakan otak dan kematian. Kapnografi juga dapat berguna untuk mendiagnosis pemutusan sirkuit jalan napas, lepasnya dan obstruksi pipa endotrakhea, dan kondisi sirkulasi, respirasi, dan metabolisme seperti hipoperfusi sirkulasi dan henti jantung, paru, emboli, dan bronkospasme (gambar 4).<sup>14</sup> Baru-baru ini, kapnografi telah mendapat perhatian baru dalam literatur anestesi dan perawatan kritis. Kapnograph dimasukkan oleh Standar Internasional WHO dan WFA untuk praktik anestesi yang aman sebagai perangkat pemantauan keselamatan yang 'penting' (yaitu wajib) digunakan.<sup>15</sup>

Capnography diterima secara universal sebagai *monitor patient safety* yang penting di negara-negara HIC namun sering tidak tersedia di negara-negara LMICs. Meningkatkan ketersediaan kapnografi telah diusulkan sebagai salah satu dari banyak pendekatan potensial untuk meningkatkan *outcome* perioperatif di LMICs.<sup>16</sup> Para penulis melaporkan gap kapnografi, yang konsisten dengan yang dilaporkan secara anekdot di negara-negara LMICs lainnya, namun diskusi menyatakan bahwa fasilitas dipilih oleh kenyamanan dan untuk fasilitas dengan 'kurangnya kapnografi yang diketahui'. Kriteria terakhir ini mungkin telah bias temuan

**TABLE 2.4 Blood Gas Parameters during Pregnancy**

Parameter	Nonpregnant	TRIMESTER		
		First	Second	Third
Paco <sub>2</sub> in mm Hg (kPa)	40 (5.3)	30 (4.0)	30 (4.0)	30 (4.0)
PaO <sub>2</sub> in mm Hg (kPa)	100 (13.3)	107 (14.3)	105 (14.0)	103 (13.7)
pH	7.43	7.44	7.44	7.44
Bicarbonate (mEq/L)	24	21	20	20

**Gambar 6. PaCO<sub>2</sub> pada Wanita Hamil.<sup>6</sup>**

kesejangan kapnografi.<sup>3,16,17</sup>

#### IV. Pengaruh CO<sub>2</sub> terhadap UBF

Hiperventilasi akan menurunkan PaCO<sub>2</sub>, dan efeknya akan menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah uterus, sehingga terjadi penurunan UBF. Hipoventilasi akan meningkatkan PaCO<sub>2</sub>, terjadi dilatasi pembuluh darah uterus dan meningkatkan UBF. Pada wanita yang tidak hamil, *End-Tidal* CO<sub>2</sub> dan PaCO<sub>2</sub> berbeda 5 poin dan PaCO<sub>2</sub> lebih tinggi dari *End-Tidal* CO<sub>2</sub>. Pada saat kehamilan, *gradien End-Tidal* CO<sub>2</sub> dan PaCO<sub>2</sub> adalah nol, sehingga nilai *End Tidal* CO<sub>2</sub> dan PaCO<sub>2</sub> dianggap sama. Selama anestesi umum dijaga *End-Tidal* CO<sub>2</sub> nya 32 mmHg. *End-tidal* CO<sub>2</sub> (EtCO<sub>2</sub>) digunakan sebagai pengganti untuk menilai kecukupan ventilasi karena memberikan perkiraan CO<sub>2</sub> arteri (PaCO<sub>2</sub>).<sup>13</sup>

#### V. Simpulan

Wanita hamil yang dilakukan seksio sesarea dengan anestesi umum mempunyai mortality rate dua kali lipat dari seksio sesarea yang dilakukan dengan anestesi neuroaxial, karena masalah pengelolaan jalan nafas. Capnograph mendeteksi dengan sangat cepat adanya intubasi oesophageal. Capnograph dapat mengatur nomoventilasi, untuk mencegah hiperventilasi atau hipoventilasi yang berefek buruk pada neonatus. Capnograph sering tidak tersedia di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (LMICs). WHO dan WFSA mendukung capnograph sebagai monitor perioperatif yang sangat direkomendasikan. Ada hubungan antara penggunaan kapnograf dan pengurangan komplikasi jalan napas yang terkait dengan morbiditas dan mortalitas. Menutup gap kapnografi dapat menjadi peluang yang signifikan untuk meningkatkan keselamatan pasien di seluruh dunia.

#### Daftar Pustaka

1. Segal S, Kodali BS, eds. Datta's Obstetric Anesthesia Handbook, sixth ed. Switzerland: Springer; 2023
2. Tsen LC, Bateman BT. Anesthesia for cesarean delivery. Dalam: Chesnut DH, Wong CA, Tsen LC, Ngan Kess WD, Beilin Y, Mhyre JM, Bateman BT, Nathan N, eds. Chesnut's Obstetric Anesthesia Principles and Practice, 6th ed, Elsevier 2020.
3. Jooste R, Roberts F, Mndolo S, Mabedi D, Chikumbanje S, Whitaker DK, O'Sullivan EP. Global Capnography Project (GCAP): implementation of capnography in Malawi—an international anaesthesia quality improvement project. *Anaesthesia* 2019, 74, 158–66. Doi: 10.1111/anae.14426
4. Wollner E, Nourian MM, Booth W, Conover S, Law T, Lilaonitkul M, Gelb AW, Lipnick MS. Impact of capnography on patient safety in high-and low-income settings: a scoping review. *Br J Anaesthesia*. 2020;125(1):e88-e103. Doi: 10.1016/j.bja.2020.04.057
5. Bisri DY, Bisri T. Elective cesarean section under general anesthesia experience in more than 5,000 patients at Melinda Women Hospital Bandung-Indonesia. *Open Access Macedonian J Med Sci*. 2023; 11(B):616-19. Doi: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.11608>
6. Kacmar RM, Gaiser R. Physiologic changes of pregnancy. Dalam: Chesnut DH, Wong CA, Tsen LC, Ngan Kess WD, Beilin Y, Mhyre JM, Bateman BT, Nathan N, eds. Chesnut's Obstetric Anesthesia Principles and Practice, 6th ed, Elsevier 2020.
7. Bhatia P, Chhabra S. Physiological and anatomical change of pregnancy: implication for anesthesia. *India J Anaesth*. 2018;62(9):651-57. Doi: 10.4103/ija.IJA\_458\_18
8. Epiu I, Tindimwebwa JVB, Mijumbi C, Chokwe TM, Lugazia E, Ndarugirire F, et al. Challenges of anesthesia in low-and middle-income countries: a cross-sectional survey of access to safe obstetric anesthesia in East Africa. *Anesth Analg*. 2017;124: 290–9. Doi:

10.1213/ANE.0000000000001690

9. D'Mello J, Butani M. Capnography. *Indian J Anesth* 2002;46:269-78
10. Budania L, Goyal K. Capnography: principles and application in critical care medicine. *Ind J Resp Care* 2015;4(2): 637-45. Doi: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-11010-04208>
11. Whitaker DK. Time for capnography—everywhere. *Anaesthesia* 2011;66: 544–9. Doi: [10.1111/j.1365-2044.2011.06793.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2011.06793.x)
12. Restrepo RD, Nuccio P, Spratt G, Waugh J. Current applications of capnography in non-intubated patients. *Expert Rev Respir Med.* 2014;8: 629–39. Doi; [10.1586/17476348.2014.940321](https://doi.org/10.1586/17476348.2014.940321)
13. Ngan Kee WD. Uteroplacental blood flow. Dalam: Chesnut DH, Wong CA, Tsen LC, Ngan Kess WD, Beilin Y, Mhyre JM, Bateman BT, Nathan N, eds. *Chesnut's Obstetric Anesthesia Principles and Practice*, 6th ed, Elsevier 2020.
14. Soleimanpour H, Gholipouri C, Golzari SEJ, Rahmani F, Sabahi M. Capnography in the Emergency Department. *Emergency Med* 2012; 2:e123. doi:[10.4172/2165-7548.1000e123](https://doi.org/10.4172/2165-7548.1000e123)
15. Gelb AW, Morriss WW, Johnson W, Merry AF, International Standards for a Safe Practice of Anesthesia Workgroup. World Health Organization-World Federation of Societies of Anaesthesiologists (WHO-WFSA) International Standards for a Safe Practice of Anesthesia. *Can J Anesth.* 2018;65: 698–708. Doi; [10.1007/s12630-018-1111-5](https://doi.org/10.1007/s12630-018-1111-5)
16. Lipnick MS, Mavoungou P, Gelb AW. The global capnography gap: a call to action. *Anaesthesia* 2019, 74, 147–50. Doi: <https://doi.org/10.1111/anae.14478>
17. Cook TM, Woodall N, Frerk C, on behalf of the Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the UK: result of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. *Br J Anaesth.* 2011;106(5): 617–31. Doi: <https://doi.org/10.1093/bja/aer058>