

Perbandingan Nilai SpO₂ dan EtCO₂ pada Anestesi Umum dengan Teknik *Low Flow* dan *High Flow*

Hasanul Arifin, Mufti Andri

Departemen/SMF Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran
Universitas Sumatera Utara/RSUP H. Adam Malik Medan

Abstrak

Metode anestesi umum dengan obat anestesi inhalasi yang saat ini banyak dilakukan adalah teknik *high-flow anesthesia* (HFA). Penelitian ini bertujuan mengetahui perbandingan penilaian SpO₂ dan EtCO₂ antara teknik anestesi *low flow* dan *high flow*. Penelitian ini merupakan uji klinis acak tersamar tunggal pada 54 pasien dewasa, usia 21–50 tahun, status fisik menurut *American Society of Anesthesiologist* (ASA) 1 yang akan menjalani operasi elektif dengan anestesi umum dan intubasi di RSUP H. Adam Malik Medan. Sampel dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok A mendapat teknik *low flow anesthesia* (FGF 1 L/menit) dan kelompok B mendapat teknik *high flow anesthesia* (FGF 4 L/menit). Dilakukan penilaian SpO₂, EtCO₂ setiap 10 menit selama anestesi. Uji statistik menggunakan Uji Mann-Whitney U dan t-test pada perangkat lunak SPSS 23. Penelitian ini menunjukkan SpO₂ selama anestesi pada kelompok *low flow anesthesia* 98,63%±0,39%, *high flow anesthesia* 98,70%±0,37%. EtCO₂ selama anestesi pada kelompok *low flow anesthesia* 33,73 mmHg±0,54 mmHg, *high flow anesthesia* 32,77 mmHg±0,39 mmHg. Nilai SpO₂ dan EtCO₂ selama anestesi pada kedua kelompok tidak terdapat perbedaan yang bermakna (p>0,05). Simpulan, menunjukkan tidak ada perbedaan nilai SpO₂ dengan EtCO₂ kedua jenis teknik anestesi.

Kata kunci: EtCO₂, *high flow anesthesia*, isofluran, *low flow anesthesia*, SpO₂

Difference in SpO₂ and EtCO₂ Values between Low Flow and High Flow Anesthesia

Abstract

Current general anesthesia method through the use of inhalational anesthetics uses the high-flow anesthesia (HFA) approach. This study aimed to compare the SpO₂ and EtCO₂ in low flow anesthesia and high flow anesthesia. This is a single blind, randomized clinical trial on 54 adult patients, 21–50 years, with physical status ASA 1 who underwent elective surgery under general anesthesia through intubation at H. Adam Malik Medan General Hospital during the period of October 2014 to April 2015. Samples were divided into two groups of 27 subjects. Group A received low flow anesthesia (FGF 1 liter/minute) and group B received high flow anesthesia (FGF 4 liters/minute). The SpO₂ and EtCO₂ were observed every 10 minutes during anesthesia. Analysis was performed using Mann-Whitney U test and t-test in SPSS 23 software. This study showed that the mean SpO₂ during anesthesia for the low flow anesthesia group was 98.63% ± 0.39, and 98.70%±0.37 for the high flow anesthesia. The mean EtCO₂ values during anesthesia were 33.73 mmHg± 0.54 and 32.77 mmHg±0.39 for the low flow anesthesia group and high flow anesthesia, respectively. There was no significant difference in SpO₂ and EtCO₂ values during anesthesia in both groups (p>0.05). Hence, it is concluded that there is no significant difference in SpO₂ and EtCO₂ values between low flow and high flow anesthesia techniques.

Key words: EtCO₂, high flow anesthesia, isoflurane, low flow anesthesia, SpO₂

Korespondensi: Hasanul Arifin, dr., SpAn-KAP, KIC, Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara/Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan, Jl. Bunga Lau Medan 20136, Tlpn 061-8362080, Mobile 0811614633, Email rakajati84@yahoo.co.id

Pendahuluan

Metode anestesi umum memakai obat anestesi inhalasi yang banyak dilakukan adalah teknik aliran gas segar tinggi atau *high-flow anesthesia* (HFA) bahkan *very high flow* dengan aliran gas segar atau *fresh gas flow* (FGF) O₂ dan N₂O yang diberikan pada pasien cukup tinggi (FGF lebih dari 4 L/menit). Pada tahun 1994, pertemuan tahunan *American Society of Anesthesiologists* (ASA), dinyatakan bahwa 90% dokter anestesi yang diteliti memakai FGF 2–5 L/menit dan hanya 12% menggunakan FGF lebih kecil dari 1 L/menit. Teknik HFA mempunyai beberapa hal yang kurang menguntungkan, yaitu polusi gas anestesi dalam kamar operasi lebih tinggi, konsumsi gas anestesi lebih banyak sehingga biaya lebih meningkat dan terjadi efek rumah kaca. Beberapa penelitian menyatakan dengan mengurangi FGF akan mengurangi pemakaian gas anestesi dan polusi lingkungan serta efek rumah kaca, sekaligus mengurangi biaya.¹

Untuk memastikan pertukaran gas yang baik dan dinamis selama proses anestesi inhalasi maka teknik anestesi mempergunakan aliran gas rendah atau *low-flow anesthesia* (LFA) lebih dianjurkan dengan beberapa alasan.² 1). sistem pernapasan: anestesi dengan teknik LFA meningkatkan aliran dinamis dari udara yang terhirup. Hal ini juga dapat meningkatkan pembersihan mukosilier, mengatur suhu tubuh dan mengurangi kehilangan cairan; 2). ekonomi: pengurangan konsumsi gas anestesi menghasilkan penghematan yang signifikan. Jika digunakan secara rutin, anestesi dengan teknik LFA dapat menghasilkan penghematan mencapai 75%; 3). ekologi: pengurangan emisi gas rumah kaca yang signifikan melalui pengurangan gas surplus yang tidak terpakai mencapai 90%. Hal ini memiliki efek positif, yaitu konsentrasi gas anestesi di lingkungan kerja (kamar bedah) akan berkurang signifikan sehingga mengurangi paparan anestetik dan individu lain di kamar bedah terhadap N₂O. Reduksi emisi gas anestesi (N₂O dan gas anestesi inhalasi) mengurangi kerusakan pada lapisan ozon karena N₂O saat ini merupakan agen perusak ozon yang dominan.

Gas yang dihantarkan dengan FGF tinggi

biasanya akan kering dan dingin, sedangkan penurunan *fresh gas flow* membuat gas yang diresirkulasi hangat dan lembap. Lebih banyak gas yang disirkulasi melalui CO₂ absorber, lebih banyak panas dan kelembapan yang dihasilkan melalui proses absorpsi CO₂. Menghirup gas yang hangat dan lembap selama proses anestesi bermanfaat karena beberapa alasan:^{3,4} 1). gas yang hangat mempertahankan suhu tubuh. Di beberapa negara alat pertukaran panas dan kelembapan tidak dipergunakan secara rutin, konservasi panas dan kelembapan di dalam sistem pernapasan dibantu penggunaan FGF rendah; 2). pencegahan kehilangan panas selama anestesi mencegah kejadian menggigil pascaoperasi, 3). humidifikasi gas pernapasan akan menurunkan kehilangan air dari jalan napas serta mencegah pengeringan jalan napas dan bronkus selama intubasi endotrakeal.

Baum⁵ meneliti suhu dan juga kelembapan selama tindakan anestesi dengan beberapa FGF yang berbeda. Hasil penelitian didapatkan bahwa suhu dan kelembapan yang adekuat dapat dicapai dengan teknik LFA.

Bilgi dkk.⁴ telah melaporkan bahwa fungsi respirasi dan pembersihan mukosiliar atau *mucociliary clearance* lebih baik pada teknik LFA dibanding dengan HFA. Oleh karena itu, teknik LFA memberi keuntungan klinis yang sangat penting karena mampu menghasilkan efek panas dan kelembapan terhadap gas yang dialirkan ke saluran pernapasan.⁴

Penggunaan FGF yang tepat memperbaiki tingkat kelembapan dan suhu tubuh sehingga menurunkan risiko hipotermia pascaoperasi. Yamashita⁶ membandingkan antara teknik LFA dan HFA dengan atau tanpa *heat moisture exchanger* (alat pengatur pertukaran panas dan kelembapan) serta melaporkan bahwa pemakaian teknik HFA tanpa *heat moisture exchanger* terkait dengan tingkat kelembapan yang lebih rendah secara signifikan.⁶

Fasilitas ruang operasi yang modern dengan ventilasi yang baik dan juga sistem *scavenging* pada mesin anestesi akan memberikan kualitas udara yang lebih baik di lingkungan kerja. Sebuah penelitian memperlihatkan tingginya konsentrasi zat anestesi di dalam udara di kamar operasi terkait dengan ketidaksesuaian

standar yang diterapkan di kamar operasi. Pengurangan FGF memiliki efek keuntungan yang potensial untuk memelihara kualitas udara yang baik di lingkungan kerja tersebut.⁵

Teknik HFA secara nyata mengakibatkan polusi udara. Baik N₂O maupun zat anestesi volatil telah berkontribusi terhadap kerusakan lapisan ozon dan menimbulkan efek rumah kaca. Gas N₂O diperkirakan bertanggungjawab terhadap 10% efek rumah kaca. Halotan, enfluran, serta isofluran mengandung klorin yang diyakini mempunyai potensi merusak lapisan ozon. Desfluran dan sevofluran yang tidak mengandung klorin tidak berpotensi merusak lapisan ozon, tetapi berkontribusi terhadap terjadi efek rumah kaca.³

Teknik LFA sendiri memiliki potensi untuk terjadi hipoksia dan hiperkarbia. Penurunan FGF pada teknik LFA dapat meningkatkan jumlah gas yang dihirup kembali (*rebreathing gases*) secara signifikan. Oleh karena itu, gas yang diinspirasi kembali akan mengandung gas ekspirasi dengan proporsi lebih besar, sementara itu gas ekspirasi ini mengandung sedikit oksigen. Keadaan ini berpotensi untuk menimbulkan hipoksia. Selain itu, peningkatan jumlah gas yang dihirup kembali (*rebreathing gases*) juga akan mengakibatkan kadar CO₂ yang dihirup kembali akan meningkat walaupun sudah digunakan absorber seperti *sodalime* ataupun *baralime* yang masih segar. Keadaan ini berpotensi untuk terjadi hiperkarbia. Oleh karenanya, pada penggunaan teknik LFA minimal harus dipantau kadar saturasi oksigen (SpO₂) dengan *pulse* oksimetri dan kadar CO₂/ *end tidal* CO₂ (EtCO₂) dengan *capnograph* untuk menghindari komplikasi hipoksia serta hiperkarbia.¹

Taghavi⁷ melaporkan nilai SpO₂ yang lebih rendah dan EtCO₂ lebih tinggi, namun secara statistika tidak signifikan pada teknik LFA jika dibanding dengan teknik HFA pada operasi seksio cesaria elektif dengan anestesi umum. Penelitian ini menyimpulkan bahwa teknik LFA dapat dilakukan dengan pemantauan EtCO₂ dan absorben yang baik.

Dari beberapa penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa teknik LFA memberikan banyak kelebihan dibanding dengan teknik

HFA. Namun, dampak terhadap respirasi dan hemodinamik pada saat penggunaan teknik LFA masih sedikit sekali diteliti. Salah satu penelitian dilakukan oleh Taghavi⁷ pada ibu hamil dengan prosedur operasi *sectio cesarea*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai SpO₂ dengan EtCO₂ pada anestesi umum intubasi dengan teknik *low flow anesthesia* dan *high flow anesthesia*.

Subjek dan Metode

Penelitian ini merupakan uji klinis acak tersamar tunggal. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan mulai dari bulan Oktober 2014 sampai bulan April 2015. Populasi dalam penelitian ini adalah pasien dewasa yang menjalani pembedahan elektif menggunakan anestesi umum dengan intubasi di RSUP Haji Adam Malik Medan. Kriteria inklusi subjek adalah: 1). Bersedia ikut dalam penelitian, 2). Usia 21-50 tahun, 3). Status fisik menurut *American Society of Anesthesiologist* (ASA) kelas 1, 4). Operasi elektif dengan anestesi umum dan intubasi. Kriteria eksklusi: 1). Pasien dengan riwayat alergi atau hipersensitif terhadap obat yang digunakan di dalam penelitian, 2). Pasien dengan kontraindikasi terhadap penggunaan teknik LFA yaitu: pasien PPOK, pasien laparotomi, dan pasien kraniotomi, 3). Pasien hamil, kemudian kriteria pengeluaran pada penelitian ini: 1). Terjadi kegawatdaruratan dalam operasi, misalnya: renjatan, reaksi anafilaksis, dan gangguan pada pernapasan. Populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang dipilih secara *consecutive sampling* sampai jumlah sampel terpenuhi.

Penentuan besar sampel dihitung sesuai formula berikut:

$$n_1=n_2=2 \left(\frac{(1,96+0,842) 3,1384}{2,5} \right)^2$$

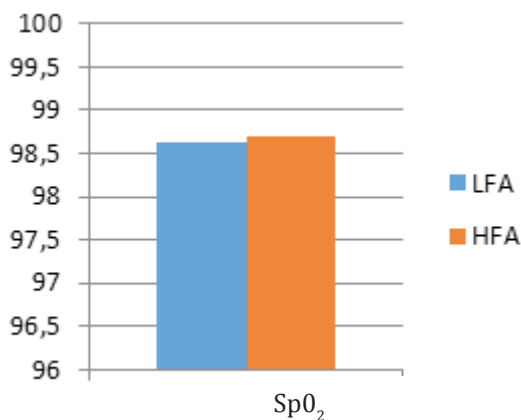
dan diperoleh jumlah sampel sebanyak 27 orang untuk kelompok teknik *low flow anesthesia* dan 27 orang untuk kelompok teknik *high flow anesthesia*. Teknik randomisasi untuk mengalokasikan sampel ke dalam kelompok

dilakukan oleh relawan yang sudah dilatih dengan cara randomisasi blok. Analisis data dilakukan dengan uji-t independen memakai perangkat lunak *statistical product and service solution* (SPSS) ver. 17.

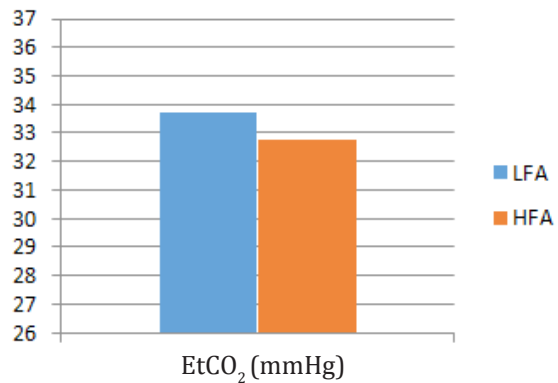
Hasil

Distribusi subjek penelitian untuk kelompok teknik *low flow anesthesia* terbanyak pada kelompok usia 20–30 tahun (48,1%) dan terendah pada kelompok usia 31–40 tahun (11,1%), sedangkan untuk kelompok teknik *high flow anesthesia* terbanyak pada kelompok usia 20–30 tahun (51,9%) dan terendah pada kelompok usia 31–40 tahun (22,2%). Distribusi subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin, pada kelompok teknik *low flow anesthesia* dan *high flow anesthesia* terbanyak jenis kelamin perempuan (59,3%; Tabel 1). Kedua kelompok subjek penelitian mempunyai rata-rata berat badan yang tidak berbeda bermakna secara statistika dengan Uji Mann-Whitney (Tabel 1; $p > 0,05$). Kelompok teknik *low flow anesthesia* mempunyai data klinis awal yang relatif sama dengan kelompok teknik *high flow anesthesia*, dan secara statistika dengan *Mann-Whitney U Test* menunjukkan tidak berbeda bermakna (Tabel 1; $p > 0,05$).

Kelompok subjek penelitian yang menjalani anestesi umum intubasi yang mendapatkan teknik *low flow anesthesia* mempunyai rata-rata SpO_2 selama anestesi relatif sama dengan



Gambar 1 Grafik SpO_2 Rata-rata Selama Anestesi

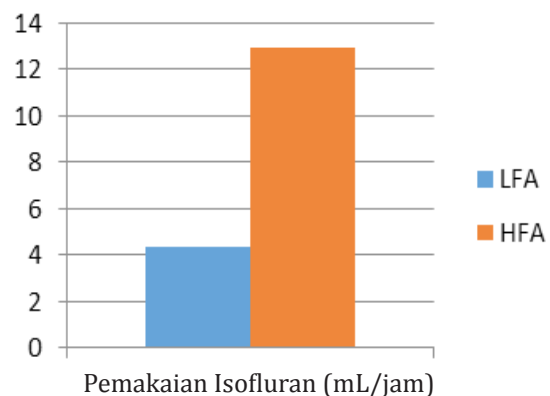


Gambar 2 Grafik $EtCO_2$ Rata-rata Selama Anestesi

kelompok yang mendapatkan teknik *high flow anesthesia* dan berdasarkan Uji Mann-Whitney tidak ada perbedaan yang bermakna nilai SpO_2 rata-rata selama anestesi antara kedua kelompok subjek penelitian ($p > 0,05$; Tabel 2; Gambar 1).

Kelompok subjek teknik *low flow anesthesia* mempunyai $EtCO_2$ rata-rata selama anestesi yang relatif hampir sama dengan kelompok yang mendapat teknik *high flow anesthesia* dan dengan uji-t tidak ada perbedaan yang bermakna terhadap $EtCO_2$ rata-rata selama anestesi antara kedua kelompok penelitian ($p > 0,05$; Tabel 3; Gambar 2).

Kelompok subjek penelitian yang menjalani anestesi umum intubasi yang mendapatkan teknik *low flow anesthesia* mempunyai jumlah isofluran rata-rata terpakai selama anestesi



Gambar 3 Grafik Jumlah Isofluran Terpakai Rata-rata (mL/jam) Selama Anestesi

Tabel 1 Karakteristik Umum Subjek Penelitian

Karakteristik Klinis dan Laboratorium	n (%)	Rata-rata	SB	p*
<i>Teknik low flow anesthesia</i>				
Usia (tahun)				
21-30	13	-	-	-
31-40	3	-	-	-
41-50	11	-	-	-
Jenis kelamin				
Laki-laki	11	-	-	-
Perempuan	16	-	-	-
<i>Predicted body weight</i> , kgBB	27	56,14	5,64	0,958
Lama anestesi, menit	27	131,30	45,92	0,658
Tekanan darah sistol, mmHg	27	117,67	5,33	0,670
Tekanan darah diastol, mmHg	27	72,74	4,90	0,634
Laju jantung, x/menit	27	73,48	4,99	0,225
Laju napas, x/menit	27	14,52	0,89	1,000
SpO ₂ , %	27	97,63	0,49	0,413
Suhu tubuh, °C	27	36,71	0,09	0,791
<i>Teknik high flow anesthesia</i>				
Usia (tahun)				
21-30	14	-	-	-
31-40	6	-	-	-
41-50	7	-	-	-
Jenis kelamin				
Laki-laki	11	-	-	-
Perempuan	16	-	-	-
<i>Predicted body weight</i> , kgBB	27	56,14	5,46	0,958
Lama anestesi, menit	27	137,59	46,75	0,658
Tekanan darah sistol, mmHg	27	118,37	5,69	0,670
Tekanan darah diastol, mmHg	27	73,52	4,74	0,634
Laju jantung, x/menit	27	75,19	4,98	0,225
Laju napas, x/menit	27	14,52	0,89	1,000
SpO ₂ , %	27	97,52	0,51	0,413
Suhu tubuh, °C	27	36,70	0,08	0,791

Keterangan: *Uji Mann-Whitney U

lebih sedikit dibanding dengan kelompok teknik *high flow anesthesia*, dan berdasarkan hasil Uji Mann-Whitney terdapat perbedaan bermakna jumlah isofluran rata-rata terpakai selama anestesi antara kedua kelompok subjek

penelitian ($p < 0,05$; Tabel 4; Gambar 3).

Pembahasan

Dari karakteristik umum subjek penelitian

Tabel 2 Nilai SpO₂ Rata-rata Selama Anestesi

Kelompok Penelitian	N	SpO ₂ (%) Rata-rata		p*
		Rata-rata	Std. Deviasi	
Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	98,63	0,39	0,952
Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	98,70	0,37	

Keterangan: *Uji Mann-Whitney

Tabel 3 Nilai EtCO₂ Rata-rata Selama Anestesi

Kelompok Penelitian	N	EtCO ₂ (mmHg) Rata-rata		p*
		Rata-rata	Std. Deviasi	
Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	33,73	0,54	0,165
Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	32,77	0,39	

Keterangan: *uji-t

berdasarkan berat badan (*predicted body weight*) antara kelompok teknik *low flow anesthesia* dan teknik *high flow anesthesia* tidak dijumpai perbedaan bermakna ($p > 0,05$). Begitu juga dengan data klinis awal subjek penelitian, yaitu tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, laju jantung, laju napas, SpO₂, serta suhu tubuh tidak dijumpai perbedaan yang bermakna ($p > 0,05$). Hal ini berarti antara kelompok *low flow anesthesia* dan kelompok *high flow anesthesia* adalah sebanding sebelum dilakukan tindakan dan pengukuran.

Data klinis tekanan darah sistol, tekanan darah diastol, dan laju jantung selama anestesi maupun setelah operasi memperlihatkan nilai yang relatif sama secara klinis dan statistika tidak dijumpai perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok ($p > 0,05$). Data klinis subjek penelitian, yaitu suhu tubuh selama pengamatan baik selama anestesi maupun setelah operasi memperlihatkan nilai yang

secara statistika berbeda bermakna antara kedua kelompok ($p = 0,002$), namun secara klinis masih dalam batas nilai normal. Data klinis subjek penelitian selama pengamatan ini menunjukkan bahwa selama dilakukan tindakan anestesi dan operasi didapatkan subjek penelitian dalam keadaan hemodinamik yang stabil dan dalam batas nilai normal.

Pada kelompok *low flow anesthesia* nilai SpO₂ rata-rata selama anestesi 98,63%±0,39% dan pada kelompok *high flow anesthesia* sebesar 98,70%±0,37%. Nilai SpO₂ rata-rata selama anestesi pada kedua kelompok subjek penelitian secara klinis dalam batas nilai normal dan secara statistika tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Taghavi⁷ pada operasi seksio cesaria elektif.

Pada kelompok *low flow anesthesia* nilai EtCO₂ rata-rata selama anestesi sebesar 33,73 mmHg±0,54 mmHg, dan pada kelompok *high*

Tabel 4 Jumlah Isofluran Terpakai Rata-rata Selama Anestesi

Kelompok Penelitian	N	Isofluran Terpakai Rata-rata (mL/jam)		p*
		Rata-rata	Std. Deviasi	
Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	4,32	0,12	0,001
Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	12,92	0,18	

Keterangan: *Uji Mann-Whitney

Tabel 5 Tabel Data Klinis Selama Anestesi

Data Klinis Awal	Kelompok Penelitian	N	Rata-rata	Std. Deviasi	p*
Tekanan darah sistol (mmHg)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	115,14	3,06	0,749
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	115,17	2,64	
Tekanan darah diastol (mmHg)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	69,43	2,36	0,924
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	69,37	2,34	
Laju jantung (x/menit)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	72,67	2,96	0,397
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	73,51	3,39	
Suhu tubuh (°C)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	36,60	0,06	0,002
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	36,63	0,08	

Keterangan: *Mann-Whitney U test

flow anesthesia sebesar 32,77 mmHg±0,39 mmHg. Nilai EtCO₂ rata-rata selama anestesi pada kedua kelompok subjek penelitian secara klinis dalam batas nilai normal dan secara statistika tidak berbeda bermakna (p>0,05). Hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Taghavi⁷ pada operasi seksio cesaria elektif.

Taghavi⁷ melaporkan nilai SpO₂ lebih rendah dan nilai EtCO₂ yang lebih tinggi pada teknik *low flow anesthesia* dibanding dengan teknik *high flow anesthesia* pada operasi seksio cesaria elektif memakai anestesi umum, namun secara statistika tidak signifikan. Disimpulkan

bahwa teknik LFA dapat dilakukan dengan pemantauan EtCO₂ dan absorben yang baik.

Prinsip utama teknik *low flow anesthesia* adalah memenuhi kebutuhan oksigen basal tubuh terhadap penyerapan CO₂ dalam sirkuit anestesi secara maksimal. Pada teknik ini katup pembuangan terhadap kelebihan udara ekspirasi tidak berfungsi karena ditutup maka derajat penghirupan kembali udara ekspirasi (*rebreathing*) meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut, aliran gas segar (oksigen) harus dapat mencukupi kebutuhan oksigen basal, tidak ada kebocoran pada sirkuit anestesi, dan alat penyerap CO₂ harus berfungsi baik agar

Tabel 6 Tabel Data Klinis Pascaoperasi

Data Klinis Awal	Kelompok Penelitian	N	Rata-rata	Std. Deviasi	p*
Tekanan darah sistol (mmHg)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	119,07	5,22	0,235
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	117,59	4,29	
Tekanan darah diastol (mmHg)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	73,15	4,20	0,456
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	72,37	4,09	
Laju jantung (x/menit)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	73,70	4,46	0,752
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	74,11	3,63	
Laju napas (x/menit)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	14,19	0,56	0,962
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	14,22	0,64	
SpO ₂	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	97,44	0,51	0,114
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	97,26	0,53	
Suhu tubuh (°C)	Teknik <i>low flow anesthesia</i>	27	36,70	0,09	0,001
	Teknik <i>high flow anesthesia</i>	27	36,59	0,08	

Keterangan: *Mann-Whitney U test

konsentrasi CO₂ dalam udara inspirasi tidak melebihi nilai ambang yang diperkenankan sebesar 0,2%.⁹

Teknik *low flow anesthesia* pada penelitian ini mengikuti *guideline* yang diberikan oleh Foldes¹⁰ atau Virtue,¹¹ yaitu pada fase awal selama 10–15 menit digunakan FGF yang tinggi. Foldes¹⁰ telah merekomendasikan pengaturan oksigen 2 L/menit dan N₂O 3 L/menit selama 10 menit untuk menjamin denitrogenisasi yang adekuat. Komposisi gas segar ini menjamin pada kebanyakan pasien dapat memperoleh konsentrasi oksigen inspirasi sedikitnya 30%, mengikuti rekomendasi Barton dan Nunn. Penggunaan FGF yang tinggi pada fase awal sangat diperlukan untuk denitrogenisasi yang cukup dan *wash in* dari komposisi gas inspirasi ke dalam seluruh ruang yang berisi gas. Terakhir, jika *flow* diturunkan terlalu cepat ke nilai yang sangat rendah, defisiensi volume gas tidak dapat dihindarkan sehingga dapat mengakibatkan ventilasi yang tidak adekuat.^{1,9}

Sistem *rebreathing* dapat dipergunakan dengan cara yang berbeda dan jika digunakan FGF yang sama dengan *minute volume* pasien maka peran *rebreathing* akan sia-sia. Hampir sepenuhnya udara yang diekspirasikan akan dilepaskan keluar sistem sebagai kelebihan gas melalui katup APL. Pasien mendapatkan gas segar yang hampir murni. Jika digunakan FGF 4,0 L/menit maka peran *rebreathing* akan meningkat hingga 20%. Pasien menghirup komposisi gas yang masih menyerupai gas segar. Hanya jika FGF diturunkan hingga 2 L/menit atau lebih rendah, bagian *rebreathing* akan mencapai 50% atau lebih. Jadi, hanya ketika FGF yang rendah digunakan sehingga peran *rebreathing* akan menjadi bermakna. Berdasarkan literatur yang ada, teknik *low flow* dapat dibedakan menjadi 2 cara. Istilah *low flow anesthesia* yang dikenalkan oleh F. Foldes, yaitu teknik anestesi dengan FGF 1,0 L/menit. R. Virtue memperkenalkan istilah *minimal-flow anesthesia* dengan merekomendasikan penggunaan *fresh gas flow* (FGF) 0,5 L/menit. Sebagai penekanan sebelumnya, semakin rendah FGF, semakin rendah pula jumlah gas yang dibuang dari *breathing* sistem (sirkuit anestesi) sebagai gas sisa dan semakin tinggi

proporsi atau bagian dari *rebreathing*. Istilah umum *low flow anesthesia* harus dibatasi, untuk mendefinisikan teknik anestesi sistem *rebreathing* adalah memakai paling sedikit 50% udara ekspirasi untuk disirkulasi kembali oleh pasien setelah CO₂ diabsorpsi. Pada sistem *rebreathing* yang modern, hal ini dapat dicapai hanya jika FGF diturunkan menjadi sedikitnya 1 L/menit.¹

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan nilai SpO₂ dan EtCO₂ selama anestesi pada kelompok *low flow anesthesia* dan kelompok *high flow anesthesia* kelompok tidak berbeda.

Daftar Pustaka

1. Ekbom K, Assareh H, Anderson RE, Jakobsson JG. The effects of fresh gas flow on the amount of sevoflurane vaporized during 1 minimum alveolar concentration anaesthesia for day surgery: a clinical study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51:290–3.
2. Christian H. Inhalational anaesthesia with low fresh gas flow. *Indian J Anaesth.* 2013;57(4):345–50.
3. Nunn G. Low-flow anaesthesia. Continuing education in anaesthesia Crit Care Pain. 2008;8(1):1–4.
4. Bilgi M, Goksu S, Mizrak A. Comparison of the effects of low-flow and high-flow inhalational anaesthesia with nitrous oxide and desflurane on mucociliary activity and pulmonary function tests. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28:279–83.
5. Metha B. Brief review: theory and practice of minimal fresh gas flow anaesthesia. *Can J Anaesth.* 2012;59:785–97.
6. Yamashita K. Efficacy of a heat and moisture exchanger in inhalation anaesthesia at two different flow rates. *J Anesth.* 2007;21:55–8.
7. Taghavi GM. Low flow anesthesia change intraoperative hemodynamic and respiratory parameters during general anesthesia. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*

- 2013;172(1-2):21-4.
8. Dorsch JA, Dorsch SE, penyunting. Understanding anesthesia equipment. Edisi ke-5. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
 9. Kreuer S, Bruhn J, Wilhelm W, Bouillon T. Pharmacokinetic pharmacodynamic models for inhaled anaesthetics (German). *Anaesthesist*. 2007;56:538-56.
 10. Foldes F, Ceravolo A, Carpenter S. The administration of nitrous oxide-oxygen anesthesia in closed systems. *Ann Surg*. 1952;136:978-81.
 11. Virtue R. Minimal flow nitrous oxide anesthesia. *Anesthesiology*. 1974;40:196-8.