

LAPORAN PENELITIAN

Efek Perbedaan Volume Tidal Intraoperatif terhadap Rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} Pascaoperasi Abdominal Mayor

Dita Aditianingsih, Jefferson, Michael Mandagi

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Cipto Mangunkusumo Jakarta

Abstrak

Komplikasi paru pascaoperasi merupakan salah satu penyebab penting morbiditas dan mortalitas pascaoperasi yang berkaitan dengan anestesia dan pembedahan. Studi ini membandingkan volume tidal 6 mL/kgBB dan 10 mL/kgBB dengan menggunakan PEEP dan pengaruhnya terhadap komplikasi paru. Setelah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan FKUI/RSCM, dilakukan uji klinis acak terhadap 52 pasien operasi abdominal mayor elektif di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo pada bulan November 2014–April 2015. Subjek diacak dalam 2 kelompok, yaitu kelompok dengan volume tidal 6 mL/kg dengan PEEP 6 cmH₂O dan volume tidal 10 mL/kg dengan PEEP 6 cmH₂O. Keluaran primer adalah pemeriksaan fungsi paru menggunakan rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} . Keluaran sekunder adalah komplikasi paru (pneumonia, atelektasis, ARDS, gagal napas), komplikasi ekstraparu (SIRS, sepsis, sepsis berat), dan mortalitas dalam 28 hari pascaoperatif. Tidak ditemukan perbedaan yang bermakna rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} antara kelompok VT-6 mL/kg dengan VT-10 mL/kg ($p>0,05$), baik pada awal operasi, akhir operasi, hari pertama pascaoperasi, dan hari kedua pascaoperasi. Tidak ada perbedaan bermakna pada semua keluaran sekunder diantara kedua kelompok. Simpulan, volume tidal 6 hingga 10 mL/kg dengan PEEP 6 cmH₂O aman untuk dipakai pada pasien yang menjalani operasi abdominal mayor.

Kata kunci: Operasi abdominal mayor, pemeriksaan fungsi paru, ventilasi mekanis, volume tidal

The Effect of Intraoperative Tidal Volume Difference against Postoperative P_{aO_2}/F_{iO_2} Ratio for Patients undergoing Major Abdominal Surgery

Abstract

Postoperative pulmonary complications are closely related to postoperative morbidity and mortality associated with anesthesia and surgery. Mechanical ventilation setting affects postoperative pulmonary complications. This study aimed to compare the effect between tidal volume of 6 mL/kgBW and 10 mL/kgBW with PEEP and its effect on pulmonary complications. After approval from Ethics Committee Faculty of Medicine Universitas Indonesia, Cipto Mangunkusumo (RSCM) Hospital, a randomized clinical trial was done on 52 elective major abdominal surgery patients at RSCM Hospital from November 2014 to April 2015. Subjects were randomized into two groups: the group receiving tidal volume 6 mL/kgBW with PEEP 6 cmH₂O (VT-6 group) and the group receiving tidal volume of 10 mL/kgBW with PEEP 6 cmH₂O (VT-10 group). The primary output was the assessment of pulmonary function using the ratio of P_{aO_2}/F_{iO_2} . Secondary outputs were pulmonary complications (pneumonia, atelectasis, ARDS, respiratory failure), extrapulmonary complications (SIRS, sepsis, severe sepsis), and mortality within 28 days. Both groups showed similar baseline characteristics. There was no significant P_{aO_2}/F_{iO_2} ratio differences between both groups ($p>0,05$) at the beginning of surgery, at the end of surgery, at the first postoperative day, and the second postoperative day. There was no significant difference in all secondary outcomes between both groups. The use of tidal volume of 6 to 10 mL/kg with PEEP 6 cmH₂O was considered safe for patients undergoing major abdominal surgery.

Key words: Major abdominal surgery, mechanical ventilation, pulmonary function tests, tidal volume

Korespondensi: Dita Aditianingsih, dr., SpAn, Departemen Anestesi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Cipto Mangunkusumo Jakarta, Jl. Pejaten Barat No. 45 B Rt. 008/008 Jakarta Selatan, *Mobile* 081518119244, *Email* dita105@yahoo.com

Pendahuluan

Komplikasi paru pascaoperasi merupakan salah satu penyebab penting morbiditas dan mortalitas pascaoperasi yang berkaitan dengan anestesia dan pembedahan. Insidens komplikasi paru pascaoperasi berkisar antara 2%–21% bergantung pada populasi pasien dan kriteria yang digunakan untuk mendiagnosis komplikasi paru.¹ Penelitian oleh Thompson, dkk.² terhadap 1.021 pasien yang menjalani operasi abdominal menemukan komplikasi paru adalah komplikasi yang paling sering terjadi. Pada beberapa penelitian lain, komplikasi paru memiliki insiden sama besarnya dengan komplikasi jantung pascaoperasi.^{3,4}

Komplikasi paru pascaoperasi dapat berakibat pada terjadinya gagal napas pascaoperasi. Pasien membutuhkan alat bantu ventilator lebih dari 48 jam pascaoperasi dan memerlukan perawatan intensif. Selain itu, jika dibanding dengan komplikasi lain yang terjadi pascaoperasi, penanganan terhadap komplikasi paru memerlukan biaya yang lebih besar dan waktu yang lebih lama.⁵

Komplikasi paru pascaoperasi dipengaruhi oleh berbagai faktor dan dapat berlangsung selama beberapa hari. Secara garis besar, faktor tersebut adalah faktor yang berkaitan dengan pasien, berkaitan dengan operasi, dan berkaitan dengan anestesia.⁶ Faktor yang berkaitan dengan anestesia adalah terjadinya atelektasis setelah pembiusan. Atelektasis terjadi pada 90% pasien yang menjalani operasi. Atelektasis dapat mengakibatkan penurunan *compliance* paru, hambatan oksigenasi, peningkatan resistensi vaskular paru, dan mengakibatkan kerusakan jaringan paru.⁷

Pemeriksaan $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ merupakan salah satu pemeriksaan yang dapat dipakai untuk menilai fungsi paru secara menyeluruh. Nilainya lebih rendah pada keadaan paru yang lebih buruk. Pemeriksaan ini adalah mudah dilakukan, cepat untuk mendapatkan sampelnya, dan dapat dipakai untuk menilai perkembangan fungsi paru saat terdapat gangguan. Kekurangan dari pemeriksaan ini sendiri adalah hasil yang tidak sensitif pada beberapa keadaan.⁸

Operasi pada daerah abdominal merupakan salah satu faktor yang meningkatkan risiko

terjadinya komplikasi paru pascaoperasi. Operasi pada daerah abdominal terutama pada daerah abdominal atas memiliki pengaruh terhadap otot pernapasan. Kelemahan diafragma yang terjadi pascaoperasi dapat berlangsung sampai 48 jam pascaoperasi. Gangguan ini dapat menyebabkan atelektasis dan pneumonia pascaoperasi.⁹

Pengaturan ventilasi mekanis saat operasi di seluruh dunia sangat beragam. Pengaturannya mulai dari pemakaian volume tidal rendah sampai tinggi dan dengan atau tanpa *positive end-expiratory pressure* (PEEP). Kecenderungan saat ini adalah pemakaian volume tidal rendah dengan PEEP. Beberapa penelitian telah menemukan bukti keunggulan penggunaan volume tidal rendah dengan PEEP.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti ingin meneliti volume tidal yang masih dianggap aman yaitu kurang dari 12 mL/kgBB dengan menggunakan PEEP dan pengaruhnya terhadap komplikasi paru.¹⁰ Sampai saat ini, di RSCM masih dipakai volume tidal 6–10 mL/kgBB tanpa PEEP sebagai bagian dari protokol rutin RSCM. Alasan tidak dipakainya PEEP di RSCM adalah karena sebagian besar mesin ventilasi di RSCM tidak mampu menghasilkan PEEP.

Subjek dan Metode

Penelitian ini merupakan uji klinis acak, tersamar tunggal, prospektif terhadap pasien berusia 18–60 tahun yang menjalani operasi abdominal mayor laparotomi dengan durasi >4 jam dan menandatangani lembar persetujuan penelitian. Penelitian dilakukan di instalasi bedah pusat (IBP), *intensive care unit* (ICU), dan *high care unit* (HCU) RSUPN Cipto Mangunkusumo pada periode November 2014 sampai dengan April 2015 setelah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan FKUI/RSCM. Kriteria penolakan adalah menjalani operasi emergensi, riwayat pemakaian ventilasi mekanis dalam 2 minggu terakhir sebelum operasi, indeks massa tubuh ≥ 35 kg/m², memiliki penyakit paru (pneumonia, pneumotoraks, ARDS) dalam 2 minggu sebelum operasi, memiliki riwayat PPOK, riwayat sepsis atau syok sepsis dalam 2 minggu sebelum operasi, memiliki penyakit neuromuskular progresif, sedang hamil, nilai

Hb ≤ 10 g/dL sebelum operasi, dan $SpO_2 < 96\%$. Kriteria pengeluaran adalah durasi operasi < 4 jam, terjadi komplikasi tindakan pemasangan CVC yaitu pneumotoraks, hidropneumotoraks, hematomotoraks, terjadi komplikasi tindakan pemasangan epidural yaitu pneumotoraks, dan kejadian henti jantung selama operasi.

Sampel didapatkan secara *consecutive sampling*. Besar sampel dihitung berdasarkan uji hipotesis terhadap rata-rata dua populasi tidak berpasangan, yang menghasilkan 52 subjek. Variabel bebas yang dinilai dalam penelitian ini adalah volume tidal 6 mL/kgBB dan volume tidal 10 mL/kgBB. Variabel terikatnya adalah rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} , komplikasi paru pascaoperasi (atelektasis, pneumonia, ARDS, dan gagal napas), komplikasi ekstraparu pascaoperasi (SIRS, sepsis, syok sepsis), dan mortalitas dalam 28 hari pertama pascaoperasi.

Peneliti melakukan kunjungan pra-anestesi satu hari sebelum operasi dan mencatat data demografik sampel, yaitu nama, nomor rekam medis, tanggal lahir, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, diagnosis, status fisik pasien yang dinilai dengan ASA, rencana tindakan medis, dan faktor perancu yang dimiliki pasien. Faktor perancu adalah ketergantungan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, riwayat penurunan berat badan, gangguan kesadaran, riwayat penyakit serebrovaskular, riwayat transfuse sel darah merah > 4 kantong sebelum operasi, riwayat penggunaan steroid, riwayat merokok 1 tahun terakhir, dan riwayat minum alkohol dalam 2 minggu terakhir.

Saat pasien tiba di kamar bedah, dilakukan pemasangan monitor standar dan kateter vena perifer. Pasien dipasang selang epidural oleh PPDS anesthesiologi stase magang menggunakan anestesia lokal. Setelah selang epidural terpasang, dimulai pembiusan umum oleh PPDS anesthesiologi stase mandiri dengan menggunakan midazolam 1–2 mg iv, fentanil 3–4 mcg/kgBB iv, propofol 1–2 mg/kgBB iv, dan vekuronium 0,1 mg/kgBB iv. Dilakukan intubasi dengan ETT oleh PPDS anesthesiologi stase magang sesuai dengan kondisi pasien dan dilakukan pemasangan NGT. Dilakukan pemasangan monitor $ETCO_2$. Pasien akan mendapat ventilasi mekanis dengan menggunakan mesin anestesia

Datex-Ohmeda Aestiva/5® (Madison, WI, USA) dengan ventilator dan monitor volume tipe 7900 SmartVent®. Pengaturan dilakukan oleh PPDS anesthesiologi stase mandiri. Mode ventilasi mekanis adalah *Volume-Controlled* (VC) dengan volume tidal inspirasi sesuai dengan hasil randomisasi (6 mL/kgBB atau 10 mL/kgBB). Berat badan yang dipakai adalah berat badan prediksi yang akan diperhitungkan dengan menggunakan *Devine formula*: $50 + 0,91 \times$ (tinggi badan (TB) dalam sentimeter - 152,4) untuk laki-laki dan $45,5 + 0,91 \times$ (tinggi badan (TB) dalam sentimeter - 152,4) untuk perempuan. Aliran gas segar (*fresh gas flow*/FGF) 1–2 L/menit dengan F_{iO_2} 40%–50% dengan campuran O_2 dan *compressed air* dengan target saturasi O_2 (SpO_2) $\geq 95\%$. Rasio waktu inspirasi:ekspirasi (rasio I:E) 1:2 dengan frekuensi napas disesuaikan untuk mencapai target P_{aCO_2} 35–45 mmHg. PEEP 6 cmH₂O.

Positive inspiratory pressure (PIP) dipertahankan ≤ 30 cmH₂O. Dilakukan pengambilan analisa gas darah (AGD) oleh PPDS anesthesiologi stase magang. Monitor terhadap kadar CO_2 selama operasi dilakukan menggunakan $ETCO_2$ (Respironics LoFlo® atau Philips) yang sudah dikalibrasi dengan menggunakan hasil P_{aCO_2} dari AGD. Rumatan anestesia dilakukan dengan inhalasi gas isoflurane 1 MAC, vekuronium 0,06–0,08 mg/kgBB/jam, anestesia lokal melalui epidural (pemberian disesuaikan dengan keadaan pasien), dan fentanil 1 mcg/kgBB jika diperlukan penambahan analgetik. Pemasangan CVC dinilai oleh anesthesiologis yang bertugas dan dipasang oleh PPDS anesthesiologi stase magang. Jika terjadi penurunan $SpO_2 < 92\%$, maka F_{iO_2} akan dinaikkan dan dilakukan manuver rekrutmen untuk mencapai target $SpO_2 \geq 95\%$. Manuver rekrutmen dilakukan dengan cara mengubah mode ventilasi menjadi *pressure support* (PS), FGF dibuat menjadi maksimal, dan PEEP diatur 30 cmH₂O selama 30 detik.³⁶ Hipotensi akan ditatalaksana dengan pemberian cairan sebesar 10–30 mL/kgBB, efedrine 5 mg i.v., fenilefrin 100 mcg i.v. atau pemberian vasopresor melalui vena sentral. Normotermia (36–38°C) dicapai dengan pemberian alas hangat dan di monitor dengan pengukuran suhu aksial setiap 1 jam. Rumatan cairan dilakukan dengan

pemberian cairan kristaloid sebesar 1 mL/kgBB/jam. Jika terjadi perdarahan, pemberian cairan dan produk darah dinilai sesuai kebijakan anesthesiologis yang bertugas. Pascaoperasi pasien dapat masuk ke ICU atau HCU. Jika pasien masuk ke ICU dalam keadaan terintubasi, mode ventilasi yang digunakan adalah VC atau *synchronized intermittent mandatory ventilation-volume controlled* (SIMV-VC) dengan volume tidal sesuai kelompok penelitian.

Penyapihan disesuaikan dengan penilaian dokter yang merawat di ICU. Terapi lain sesuai dengan intensivis di ICU. Jika pasien masuk ke ICU atau HCU dalam keadaan terekstubasi, pasien mendapat terapi sesuai dengan intensivis yang merawat di ICU dan dokter bedah digestif yang merawat di HCU. Nyeri ditatalaksana oleh tim *acute pain service* (APS) RSCM.

Pengambilan sampel AGD pascaoperasi dilakukan pada hari pertama (24 jam) dan kedua (48 jam) pascaoperasi.

Pengambilan rontgen toraks dilakukan pada saat pasien masuk ke ICU atau HCU. Dilakukan observasi komplikasi paru dan ekstraparu selama perawatan sampai hari ketujuh pascaoperasi. Kejadian mortalitas didapatkan melalui telepon ke keluarga atau rekam medis pasien pada hari ke-28 pascaoperasi. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *statistical product and service solution* (SPSS) versi 17. Analisis untuk karakteristik pasien dan prosedur intraoperatif dilakukan sesuai jenis variabelnya. Data dengan sebaran normal ditampilkan dalam bentuk rata-rata±simpang baku dan diuji dengan uji T tidak berpasangan. Data dengan sebaran tidak normal ditampilkan dalam bentuk median, nilai

Tabel 1 Karakteristik Dasar Pasien

Karakteristik	VT-6 (n=26)	VT-10 (n=26)	Nilai p
Usia (tahun)-rata-rata (SB)	48,7 (7,3)	48,5 (7,3)	0,942
Jenis kelamin			
Laki-laki-n (%)	8 (30,8)	7 (26,9)	0,76
Perempuan-n (%)	18 (69,2)	19 (73)	0,76
Tinggi badan (cm) rata-rata (SB)	158,9 (6,3)	157,3 (8,1)	0,427
Berat badan (kg) rata-rata (SB)	59,1 (10,5)	60,3 (11,4)	0,699
Indeks massa tubuh (kg/m ²) median (min.–maks.)	22,6 (18,3–34,7)	23,2 (19–33,8)	0,37
Kondisi perancu-n (%)			
Merokok	3	7	0,159
Konsumsi alkohol	0	1	
Ketergantungan fungsional	2	2	1
Penurunan berat badan >10%	8	10	0,56
Gangguan kesadaran	0	0	
Gangguan serebrovaskular	0	0	
Transfusi PRC >4 unit Sebelum operasi	1	2	0,552
Steroid 1 bulan sebelum Operasi	0	0	
Tipe pembedahan-n (%)			
Tumor	26 (50%)	26 (50%)	1
Lain-lain	0	0	
Status Fisik – n (%)			0,164
ASA-1	1 (3,8)	2 (7,7%)	0,552
ASA-2	15 (57,7%)	20 (76,9%)	0,139
ASA-3	10 (38,5%)	4 (15,4%)	0,061

Tabel 2 Data Intraoperatif

Karakteristik	VT-6 (N=26)	VT-10 (N=26)	Nilai p
Laju napas (x/menit) - median (min.–maks.)	15,5 (12–18)	12 (10–14)	<0,01
Volume tidal (mL) - rata-rata (SB)	323 (48,8)	507 (100,8)	<0,01
Volume semenit (mL/menit) - rata-rata (SB)	4855 (657)	6167 (1155)	<0,01
Balans cairan intraoperatif (mL) - median (min.–maks.)	1045,0 (-2364–3614)	1251 (600–3600)	0,22
Volume cairan yang diberikan (mL)			
Kristaloid – median (min.–maks.)	1625 (1000–3500)	2000 (500–3250)	0,17
Koloid – median (min.–maks.)	500 (0–10500)	500 (0–2000)	0,91
Transfusi <i>intraoperative</i>			
PRC – median (min.–maks.)	0 (0–1291,0)	25 (0–456,0)	0,19
FFP – median (min.–maks.)	0 (0–982,0)	0 (0–449,0)	0,59
TC	0	0	
Durasi pembedahan (menit) – median (min.–maks.)	337,5 (240,0–450,0)	325,0 (240,0–770,0)	0,98
Durasi anestesia (menit) – median (min.–maks.)	450,0 (315,0–915,0)	480,0 (240,0–480,0)	0,99
Penggunaan vasopressor (%)	4 (15,4)	2 (7,6)	0,385
Perdarahan (mL) – median (min.–maks.)	670 (60,0–13000,0)	725 (150,0–1700,0)	0,99
Kejadian desaturasi			
$\text{FiO}_2 > 0,5$	0	0	
$\text{PEEP} > 6 \text{ cmH}_2\text{O}$	0	0	
Manuver rekrutmen	0	0	

Keterangan: data ditampilkan dalam median (min.–maks.). Uji statistik dengan uji Mann-Whitney-U, p signifikan bila $p < 0,01$

minimum, nilai maksimum, dan diuji dengan uji Mann-Whitney. Data kategorikal ditampilkan dalam bentuk persentase dan diuji dengan uji chi-square dan alternatifnya.

Hasil

Pemilihan sampel didasarkan atas skema seleksi subjek penelitian menurut algoritma *consolidated standards of reporting trials* (CONSORT) pada Gambar 1. Tidak ada perbedaan bermakna secara statistik dari karakteristik dasar pasien dalam penelitian. Tabel 2 menunjukkan Data intraoperatif yang diambil pada penelitian ini. Terdapat perbedaan bermakna secara statistik pada variabel laju napas, volume tidal, dan ventilasi semenit diantara kedua kelompok ($p < 0,01$).

Nyeri dinilai menggunakan skala *visual*

analog scale yang dilakukan pada akhir operasi, hari pertama pascaoperasi, dan hari kedua pascaoperasi (tabel 3). tidak ditemukan adanya perbedaan bermakna pada tingkat nyeri diantara kedua kelompok. Lama intubasi pasien dimulai dari saat pasien pertama kali diintubasi di kamar operasi sampai dilakukan ekstubasi. tidak ditemukan adanya perbedaan bermakna lama intubasi diantara kedua kelompok.

Keluaran primer berupa rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ pascaoperasi tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok volume tidal 6 mL/kgBB dengan volume tidal 10 mL/kgBB baik pada awal dan akhir operasi, hari pertama dan hari kedua pascaoperasi (Tabel 4). Nilai rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ pada awal operasi, hari pertama, dan kedua memiliki sebaran yang normal berdasarkan uji normalitas Saphiro-Wilk. Sedangkan nilai rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ pada akhir operasi memiliki distribusi

Tabel 3 Skala Nyeri Pascaoperasi dan Lama Intubasi

Karakteristik Nyeri	VT-6 (n=26)	VT-10 (n=26)	Nilai p
VAS akhir operasi	2 (2–4)	3 (2–4)	0,195
VAS hari pertama pascaoperasi	2 (1–3)	2 (1–3)	0,687
VAS hari kedua pascaoperasi	2 (1–3)	2 (1–3)	0,322
Lama intubasi (jam)	7,1 (4,5–144,5)	6,4 (4,5–280)	0,383

Keterangan: data ditampilkan dalam median (min-maks). Uji statistik dengan Uji Mann-Whitney, p signifikan bila $p < 0,01$

yang tidak normal berdasarkan Uji Saphiro-Wilk.

Keluaran sekunder yang diukur pada penelitian ini adalah insidens komplikasi paru (pneumonia, atelektasis, ARDS, gagal napas) dan ekstraparu (SIRS, sepsis, sepsis berat) pada 7 hari pascaoperasi dan mortalitas pada 28 hari pascaoperasi (Tabel 5). Tidak ada perbedaan bermakna secara statistik, komplikasi paru, ekstraparu, maupun kejadian mortalitas dalam 28 hari pascaoperasi antara kelompok volume tidal 6 mL/kgBB dengan kelompok volume tidal 10 mL/kgBB.

Pembahasan

Penelitian ini mencari efek perbedaan volume tidal intraoperatif antara 6 mL/kgBB dan 10 mL/kgBB terhadap rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ pascaoperasi abdominal mayor. Besar volume tidal yang dipakai berdasarkan protokol rutin di RSCM adalah 6–10 mL/kgBB. Rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ merupakan pemeriksaan yang dipakai untuk menilai fungsi pertukaran oksigen di paru. Pada penelitian ini dipilih operasi pada daerah abdomen. Operasi pada daerah abdomen terutama pada abdomen atas merupakan salah satu operasi

dengan risiko yang lebih tinggi terhadap kejadian komplikasi paru pascaoperasi (20%–40% kejadian komplikasi paru pascaoperasi). Operasi pada abdomen atas menyebabkan kelemahan pada otot diafragma yang dapat mengubah pola napas menjadi dangkal dan cepat dengan menggunakan otot interkonstalis. Gangguan pada otot diafragma dapat bertahan sampai 48 jam pascaoperasi. Selain itu, penggunaan retraktor pada operasi abdomen atas dapat menyebabkan penekanan paru sehingga dapat mengganggu oksigenasi.⁹ Kelompok pasien pada penelitian ini tidak dikhususkan pada operasi daerah abdomen atas karena keterbatasan jumlah kasus.

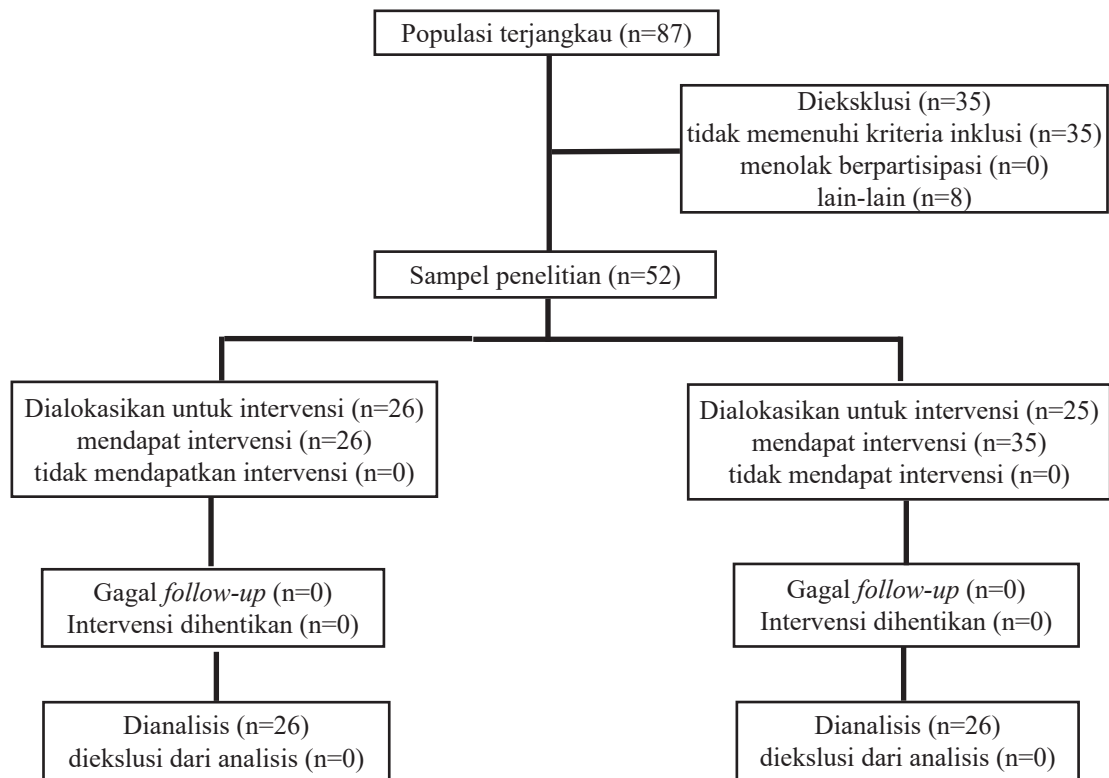
Faktor-faktor perancu pada penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu faktor terkait operasi, pasien, dan anestesia. Faktor terkait operasi dibatasi pada operasi abdominal mayor elektif dengan durasi di atas empat jam yang dihubungkan dengan lama intubasi. Tidak ada perbedaan bermakna lama intubasi antara kedua kelompok. Faktor terkait pasien direstriksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Faktor terkait anestesia terdapat pada prosedur ventilasi mekanis dan nyeri pascaoperasi. Pengaturan ventilasi mekanis kecuali volume tidal sebagai

Tabel 4 Rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ Awal Operasi, Akhir Operasi, Hari Pertama, dan Hari Kedua Pascaoperasi

Karakteristik Rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg)	VT-6 (n = 26)	VT-10 (n = 26)	Nilai p	Perbedaan rata-rata	IK 95% Min. Maks.	
Awal operasi - rata-rata (SB)*	359,0 (104,4)	319,6 (83,1)	0,14	39,4	-13,2	91,9
Akhir operasi**	489,0 (253,0–659,0)	434,5 (276,0–735,0)	0,44			
Hari pertama pascaoperasi*	471,5 (87,3)	436,6 (110,8)	0,23	34,9	-23,1	92,8
Hari kedua pascaoperasi*	390,5 (161,4)	430,6 (91,5)	0,39	-40,1	-134,6	54,4

Keterangan: *Data ditampilkan dalam rata-rata±SD. Uji statistik dengan uji-t tidak berpasangan, p signifikan bila $p < 0,01$

. **Data ditampilkan dalam median (min-maks). Uji statistik dengan Uji Mann-Whitney, p signifikan bila $p < 0,01$.



Gambar 1 Diagram Alir CONSORT 2010

variabel yang diteliti diseragamkan pada kedua kelompok perlakuan. Semua subjek penelitian mendapat tata laksana nyeri pascaoperasi yang adekuat dengan pemantauan *visual analog score* (VAS). Tidak terdapat perbedaan skala nyeri pada kedua kelompok pada semua waktu pengukuran. Pada penelitian ini, faktor nyeri tidak menjadi faktor perancu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} antara kelompok VT-6 dengan VT-10, baik pada awal operasi, akhir operasi, hari pertama pascaoperasi, dan hari kedua pascaoperasi. Hal ini berarti pemberian ventilasi mekanis dengan volume tidal rendah, yaitu 6 mL/kgBB tidak memberikan rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} lebih tinggi dibanding dengan volume tidal intraoperatif 10 mL/kgBB pascaoperasi abdominal mayor.

Salah satu penyebab tidak ada perbedaan hasil dari kedua kelompok adalah pengaruh PEEP. Pada penelitian ini digunakan PEEP 6 cm H₂O pada kedua kelompok untuk menjaga keseimbangan antara pembukaan dan penutupan jalan napas. Penggunaan PEEP termasuk dalam

strategi proteksi paru, bahkan pada pasien dengan kondisi paru yang sehat. Bagian paru yang tidak mendapatkan aliran udara dapat dikurangi dengan penggunaan PEEP, sehingga meningkatkan oksigenasi.^{11,12} Data eksperimental menyatakan bahwa penggunaan PEEP 5–12 cmH₂O dapat meminimalkan risiko cedera paru pada pasien dengan cedera paru ringan.¹³ Penggunaan PEEP yang sama pada kedua kelompok dalam penelitian ini dapat menyebabkan tidak terdapatnya perbedaan P_{aO_2}/F_{iO_2} yang merupakan penanda oksigenasi.

Pada penelitian ini, digunakan panduan untuk mempertahankan kondisi normokapnea. Kelompok volume tidal rendah, yaitu 6 mL/kgBB mendapat laju napas yang lebih tinggi untuk mempertahankan kondisi normokapnea. Pada penelitian ini didapatkan median kelompok VT-6 15,5 x/menit dan median kelompok VT-10 12 x/menit. Pengaturan ventilator dengan frekuensi napas yang tinggi dapat menyebabkan menurunnya jumlah surfaktan di alveolus, yang dapat menurunkan tegangan permukaan alveolus sehingga menyebabkan risiko cedera

Tabel 5 Komplikasi Paru, Ekstraparu, dan Mortalitas Pascaoperasi

Karakteristik	TV-6 (N = 26)	TV-1 (N = 26)	Nilai p
Komplikasi paru pascaoperasi -n (%)			
Pneumonia	1	0	0,313
Atelektasis	0	0	
ARDS	0	0	
Gagal napas	2	0	0,149
Komplikasi ekstraparu pascaoperasi -n (%)			
SIRS	0	2	0,149
Sepsis	1	1	1
Sepsis berat	0	0	
Mortalitas pada 28 hari pascaoperasi -n (%)	0	0	

Keterangan: Uji statistik dengan uji *chi-square*, p signifikan bila $p < 0,01$

pada alveolus. Hal ini sesuai dengan studi Hotchkiss dkk pada hewan yang membandingkan pengaturan ventilator frekuensi napas 3 x/menit, *peak pulmonary artery pressure* 35 mmHg dengan frekuensi napas 20 x/menit, *peak pulmonary artery pressure* 35 mmHg menunjukkan kerusakan pada paru lebih kecil pada penggunaan frekuensi napas yang rendah.¹⁴ Kondisi tersebut mungkin merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tidak terdapatnya perbedaan yang bermakna pada rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ di antara kedua kelompok penelitian ini.

Pada penelitian ini, pemantauan rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ hanya dilakukan sampai hari kedua pascaoperasi. Studi yang membandingkan antara penggunaan ventilator volume tidal 6 mL/kg dengan PEEP 5 cmH_2O dan volume tidal 12 mL/kg dengan PEEP 5 cmH_2O mendapatkan perubahan fungsi paru yang berlangsung sampai hari ke-5 pascaoperasi.¹⁵ Perbedaan rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ antara kedua kelompok masih mungkin terjadi setelah hari kedua pascaoperasi.

Penanganan jalan napas intraoperatif seperti *peak airway pressure*, *plateau pressure*, laju napas, dan volume tidal dengan pengaruhnya terhadap komplains paru terkadang tidak cukup untuk mengurangi risiko gangguan paru pascaoperasi. Oleh karena itu, digunakan strategi proteksi paru menggunakan manuver rekrutmen untuk melakukan reekspansi atelektasis, diikuti ventilasi dengan PEEP untuk mencegah terjadinya atelektasis, dan volume tidal rendah untuk

mencegah kerusakan akibat regangan berlebih.¹¹ Pada penelitian ini, manuver rekrutmen dilakukan apabila terdapat kecurigaan atelektasis yang ditandai dengan kejadian desaturasi. Tidak ada pasien dalam penelitian yang mengalami desaturasi intraoperatif.

Pada penelitian ini, dilakukan observasi lebih jauh pengaruh volume tidal yang rutin digunakan di RSCM dengan melakukan pengamatan terhadap komplikasi paru sampai hari ketujuh pascaoperasi. Pada tujuh hari pertama pascaoperasi, tidak ditemukan perbedaan bermakna pada komplikasi paru antara kelompok VT-6 dan kelompok VT-10. Pada kelompok VT-6 mL/kgBB, didapatkan 2 orang pasien yang mengalami gagal napas. pasien yang gagal napas didefinisikan sebagai pasien yang tidak diesktubasi dalam waktu 48 jam. Kedua pasien ini, tidak diekstubasi karena menjalani operasi lanjutan dalam waktu 3 hari setelah operasi pertama. Paru dianggap sebagai bagian penting penyebab gangguan sistemik akibat inflamasi yang dapat menyebabkan kegagalan multiorgan.

Kolaps alveolar pada saat ventilasi mekanis dapat mengakibatkan aktivasi respons inflamasi baik secara lokal maupun sistemik, sehingga berperan pada kondisi pasien secara keseluruhan.^{16,17} Untuk menilai efek tersebut, keluaran sekunder berupa komplikasi ekstraparu dan mortalitas juga dinilai dalam penelitian ini. Tidak terdapat perbedaan bermakna komplikasi ekstraparu sampai hari ke-7 pascaoperasi dan

mortalitas dalam 28 hari pascaoperasi pada kedua kelompok. Volume tidal 6 mL/kgBB sampai 10 mL/kgBB dalam ventilasi mekanis pada pasien dengan paru sehat yang menjalani operasi abdominal mayor masih merupakan kisaran nilai yang cukup aman.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah jumlah sampel terlalu kecil dan jenis operasi yang selektif, maka hasil penelitian ini tidak cukup representatif terhadap populasi. Karena keterbatasan modalitas, tidak digunakan pemeriksaan faktor inflamasi sebagai penanda fungsi oksigenasi dan tidak digunakan nilai PEEP individual. Penilaian terhadap pengaruh PEEP dapat dilakukan menggunakan modalitas rontgen, *computed tomography* (CT), atau *electrical impedance tomography* (EIT). CT dan EIT memberikan hasil yang lebih akurat dibanding dengan rontgen, namun CT tidak dapat dilakukan secara *bedside*, sedangkan EIT bisa.¹⁸

Selain itu, tidak diambil data *Peak Inspiratory Pressure* untuk menilai gangguan fungsi paru pada saat pemasangan retraktor intraoperasi.

Simpulan

Tidak terdapat perbedaan bermakna rasio P_{aO_2}/F_{iO_2} antarap volume tidal intraoperatif 6 mL/kgBB dan 10 mL/kgBB maka dapat disimpulkan bahwa volume tidal 6 hingga 10 mL/kgBB dengan PEEP 6 cmH₂O aman untuk dipakai pada pasien yang menjalani operasi abdominal mayor. Tidak terdapat perbedaan jumlah komplikasi paru dan esktrparu serta mortalitas yang bermakna secara statistik diantara 2 kelompok. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan volume tidal intraoperasi 6 sampai 10 mL/kgBB dan PEEP 6 cmH₂O pada pasien populasi khusus seperti obesitas. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh PEEP terhadap paru menggunakan *computed tomography* atau *Electrical Impedance Tomography*.

Daftar Pustaka

1. Fisher BW, Majumdar SR, McAlister FA. Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies. *Am j Medic.* 2002;112(3):219–25.
2. Thompson JS, Baxter BT, Allison JG, Johnson FE, Lee KK, Park WY. Temporal patterns of postoperative complications. *Archives of surgery (Chicago, Ill: 1960).* 2003;138(6):596–602.
3. Fleischmann KE, Goldman L, Young B, Lee TH. Association between cardiac and noncardiac complications in patients undergoing noncardiac surgery: outcomes and effects on length of stay. *Am j Med.* 2003;115(7):515–20.
4. Johnson RG, Arozullah AM, Neumayer L, Henderson WG, Hosokawa P, Khuri SF. Multivariable predictors of postoperative respiratory failure after general and vascular surgery: results from the patient safety in surgery study. *J Am College Surg.* 2007;204(6):1188–98.
5. Dimick JB, Chen SL, Taheri PA, Henderson WG, Khuri SF, Campbell DA, Jr. Hospital costs associated with surgical complications: a report from the private-sector National Surgical Quality Improvement Program. *J Am College Surg.* 2004;199(4):531–7.
6. Arozullah AM, Khuri SF, Henderson WG, Daley J. Development and validation of a multifactorial risk index for predicting postoperative pneumonia after major noncardiac surgery. *Annals intern Med.* 2001;135(10):847–7.
7. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology.* 2005;102(4):838–54.
8. Armstrong JAM, Guleria A, Girling K. Evaluation of gas exchange deficit in the critically ill. *Continuing Education Anaesth, Crit Care Pain.* 2007;7(4):131–4.
9. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax.* 1999;54(5):458–65.
10. Fernandez-Bustamante A, Wood C, Tran Z, Moine P. Intraoperative ventilation: incidence and risk factors for receiving large tidal volumes during general anesthesia. *BMC Anesthesiol.* 2011;11(1):22.
11. Lee PC, Helmsmoortel CM, Cohn SM, Fink MP. Are low tidal volumes safe?. *Chest.* 1990;97(2):430–4.

12. Yilmaz M, Keegan MT, Iscimen R, Afessa B, Buck CF, Hubmayr RD, dkk. Toward the prevention of acute lung injury: protocol-guided limitation of large tidal volume ventilation and inappropriate transfusion. *Critical Care Med.* 2007;35(7):1660–6;quiz 7.
13. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, dkk. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. *Jama.* 2010;303(9):865–73.
14. Hotchkiss JR, Blanch L, Murias G, Adams AB, Olson DA, Wangenstein OD, dkk. Effects of decreased respiratory frequency on ventilator-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161(2 Pt 1):463–8.
15. Dureuil B, Cantineau JP, Desmonts JM. Effects of upper or lower abdominal surgery on diaphragmatic function. *Br J Anaesth.* 1987;59(10):1230–5.
16. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, dkk. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *New England J Med.* 2013;369(5):428–37.
17. Hemmes SN, Severgnini P, Jaber S, Canet J, Wrigge H, Hiesmayr M, dkk. Rationale and study design of PROVHILO - a worldwide multicenter randomized controlled trial on protective ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery. *Trials.* 2011;12:111.
18. Hinz J, Neumann P, Dudykevych T, Andersson LG, Wrigge H, Burchardi H, dkk. Regional ventilation by electrical impedance tomography: a comparison with ventilation scintigraphy in pigs. *Chest.* 2003;124(1):314–22.