

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Anestesi umum merupakan suatu keadaan terkontrol yang ditandai dengan hilangnya kesadaran, analgesia, amnesia, dan relaksasi otot secara reversibel sehingga tindakan pembedahan dapat dilakukan tanpa menimbulkan nyeri maupun respons stres berlebihan pada pasien. Pemberian anestesi umum menyebabkan depresi sistem saraf pusat dan penurunan refleks protektif jalan napas sehingga pasien kehilangan kemampuan mempertahankan ventilasi spontan secara adekuat. Kondisi tersebut menjadikan pengelolaan jalan napas dan ventilasi sebagai aspek penting dalam anestesi guna menjaga kestabilan respirasi dan hemodinamik selama periode intraoperatif (Butterworth, Mackey, dan Wasnick, 2022).

Pemasangan ETT merupakan teknik yang umum digunakan untuk mempertahankan patensi jalan napas dan memastikan ventilasi terkontrol selama anestesi umum. ETT berfungsi sebagai alat bantu jalan napas definitif yang bekerja sebagai penghantaran oksigen dan gas anestesi secara optimal serta mencegah aspirasi. Penggunaan ETT dilakukan secara presisi melalui pengaturan parameter ventilator sesuai kondisi fisiologis pasien. Pemasangan ETT berperan penting dalam menjaga efektivitas ventilasi dan pertukaran gas selama anestesi umum, terutama pada pasien

yang menjalani tindakan pembedahan dengan durasi dan kompleksitas tertentu (Miller, Cohen, dan Eriksson, 2020).

Ventilasi mekanik yang adekuat tidak hanya berfungsi memenuhi kebutuhan oksigenasi, tetapi juga berperan dalam mempertahankan eliminasi karbon dioksida secara optimal. Pengaturan ventilasi yang tidak sesuai dapat menyebabkan gangguan pertukaran gas, perubahan hemodinamik, serta meningkatkan risiko komplikasi intraoperatif maupun pascaoperasi. Parameter utama yang digunakan untuk menilai kecukupan ventilasi selama anestesi umum adalah EtCO_2 . EtCO_2 memberikan gambaran mengenai efektivitas ventilasi alveolar dan eliminasi karbon dioksida selama ventilasi mekanik berlangsung (Lee, Kim, dan Park, 2022).

EtCO_2 merupakan metode pemantauan non-invasif yang diukur menggunakan kapnografi dan mencerminkan tekanan parsial karbon dioksida pada akhir fase ekspirasi. Nilai EtCO_2 memiliki hubungan yang erat dengan tekanan parsial karbon dioksida arteri (PaCO_2), sehingga sering digunakan sebagai indikator klinis untuk menilai kecukupan ventilasi selama anestesi umum. Nilai EtCO_2 normal berada pada rentang 35–45 mmHg. Nilai EtCO_2 di bawah 35 mmHg disebut hipokapnia, yang umumnya disebabkan oleh hiperventilasi dan dapat mengakibatkan vasokonstriksi serebral, penurunan aliran darah otak, serta gangguan perfusi jaringan. Nilai EtCO_2 di atas 45 mmHg disebut hiperkapnia, yang dapat terjadi akibat hipoventilasi sehingga menyebabkan retensi karbon

dioksida, peningkatan kerja pernapasan, peningkatan tekanan intrakranial, gangguan keseimbangan asam-basa, serta ketidakstabilan hemodinamik. Pemantauan EtCO₂ secara kontinu menjadi standar penting dalam menjaga keselamatan pasien dan memastikan ventilasi yang adekuat selama anestesi umum (Lee, Kim, dan Park, 2022).

Nilai EtCO₂ selama anestesi umum dapat mengalami perubahan pada awal pemasangan ventilasi mekanik akibat proses adaptasi pasien terhadap pengaturan ventilator, distribusi gas anestesi, serta penyesuaian ventilasi alveolar. Pada menit pertama setelah intubasi, nilai EtCO₂ cenderung belum stabil karena masih dipengaruhi oleh perubahan fisiologis dan penyesuaian ventilasi. Setelah ventilasi berlangsung selama beberapa waktu, nilai EtCO₂ umumnya mencapai kondisi yang lebih stabil dan mencerminkan keseimbangan antara produksi serta eliminasi karbon dioksida. Pengukuran EtCO₂ pada menit ke-15 intraoperatif dianggap lebih representatif untuk menggambarkan kondisi ventilasi pasien dibandingkan pengukuran pada menit-menit awal setelah intubasi (Nagelhout dan Elisha, 2022).

Parameter ventilasi yang dapat memengaruhi eliminasi karbon dioksida adalah rasio inspirasi–ekspirasi. Rasio I:E menggambarkan perbandingan waktu antara fase inspirasi dan fase ekspirasi dalam satu siklus pernapasan. Pengaturan rasio I:E memengaruhi ventilasi alveolar dan proses eliminasi CO₂ sehingga dapat berdampak terhadap perubahan nilai EtCO₂. Rasio I:E umumnya dipertahankan menyerupai pola napas

fisiologis untuk menjaga kestabilan ventilasi pasien selama intraoperatif (Gupta, Sharma, dan Singh, 2021).

Secara fisiologis, fase ekspirasi merupakan proses pasif yang memerlukan waktu cukup untuk mengeluarkan udara dan karbon dioksida dari alveoli secara optimal. Pemanjangan fase ekspirasi meningkatkan waktu alveolar sehingga eliminasi karbon dioksida dapat berlangsung lebih efektif dan menyebabkan penurunan nilai EtCO_2 . Fase ekspirasi yang terlalu singkat dapat menghambat pengeluaran karbon dioksida dan menyebabkan retensi CO_2 . Perubahan pembagian waktu antara fase inspirasi dan ekspirasi secara teoritis memiliki hubungan dengan perubahan nilai EtCO_2 selama anestesi umum menggunakan ventilasi mekanik melalui ETT (Gupta, Sharma, dan Singh, 2021).

Penelitian Gupta, Sharma, dan Singh (2021) menunjukkan bahwa penggunaan rasio I:E secara fisiologis mampu mempertahankan ventilasi alveolar dan menjaga nilai EtCO_2 tetap stabil selama intraoperatif. Penelitian lain yang dilakukan Lee, Kim, dan Park (2022) menyatakan bahwa pemanjangan fase ekspirasi dapat meningkatkan eliminasi karbon dioksida sehingga nilai EtCO_2 cenderung lebih rendah dibandingkan penggunaan rasio ventilasi standar. Namun, beberapa penelitian lain melaporkan bahwa perubahan rasio I:E tidak memberikan perubahan bermakna terhadap nilai EtCO_2 selama anestesi umum karena terdapat faktor ventilasi lain yang turut memengaruhi eliminasi karbon dioksida, seperti tidal volume, frekuensi napas, *compliance paru*, dan mode

ventilasi. Perbedaan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hubungan rasio inspirasi–ekspirasi dengan perubahan nilai EtCO₂ selama anestesi umum masih belum konsisten dan memerlukan penelitian lebih lanjut.

Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas pengaruh mode ventilasi, tekanan jalan napas, dan tidal volume terhadap ventilasi pasien selama anestesi umum. Penelitian mengenai hubungan rasio inspirasi–ekspirasi dengan nilai EtCO₂ intraoperatif pada pasien anestesi umum menggunakan ETT masih terbatas, khususnya di Indonesia. Pengaturan rasio I:E merupakan bagian penting dalam ventilasi mekanik karena memengaruhi ventilasi alveolar, eliminasi karbon dioksida, dan kestabilan respirasi pasien selama intraoperatif. Penelitian mengenai hubungan rasio I:E dengan nilai EtCO₂ diperlukan sebagai dasar ilmiah dalam pengaturan ventilasi mekanik yang optimal dan aman selama anestesi umum.

Pasien dewasa yang menjalani anestesi umum dengan pemasangan ETT merupakan kelompok yang paling sering menerima ventilasi mekanik intraoperatif. Pada pasien dewasa, respons fisiologis terhadap ventilasi mekanik relatif lebih stabil dibandingkan pasien pediatrik maupun geriatri sehingga hubungan antara pengaturan ventilasi dan perubahan parameter respirasi dapat diamati secara lebih objektif. Kebutuhan eliminasi karbon dioksida selama anestesi umum baik pada pasien laki-laki maupun perempuan sehingga populasi pasien dewasa dengan anestesi umum menggunakan ETT relevan untuk digunakan dalam

penelitian mengenai hubungan rasio I:E dengan nilai EtCO₂ intraoperatif (Wang, Zhang, dan Liu, 2023).

Pelaksanaan pengelolaan jalan napas dan ventilasi mekanik selama anestesi umum merupakan bagian dari kewenangan profesional penata anestesi yang dilaksanakan berdasarkan pelimpahan wewenang dari dokter spesialis anesthesiologi. Hal tersebut sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2016 tentang Izin dan Penyelenggaraan Praktik Penata Anestesi yang menyatakan bahwa penata anestesi berwenang melaksanakan asuhan anestesi, termasuk pengelolaan jalan napas, pemberian ventilasi mekanik, serta pemantauan fungsi respirasi dan hemodinamik pasien selama anestesi di bawah supervisi dokter anestesi (Permenkes RI, 2017).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti di RSUD Jenderal Ahmad Yani Kota Metro, jumlah pasien yang menjalani tindakan operasi dengan anestesi umum menggunakan ETT mencapai 100 pasien per bulan. Hasil observasi menunjukkan bahwa ventilasi mekanik intraoperatif umumnya menggunakan rasio inspirasi–ekspirasi standar 1:2 dan 1:3. Namun, pada kondisi tertentu digunakan rasio sesuai kebutuhan ventilasi pasien sehingga evaluasi mengenai hubungan rasio I:E dengan nilai EtCO₂ intraoperatif belum pernah dilakukan secara sistematis. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengkaji hubungan rasio inspirasi–ekspirasi dengan nilai EtCO₂ sebagai indikator kecukupan ventilasi selama anestesi umum. Berdasarkan uraian tersebut,

peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai “Hubungan Rasio Inspirasi-Ekspirasi dengan Nilai *End-Tidal* CO₂ Pada Pasien Anestesi Umum dengan *Endotracheal Tube* (ETT) di RSUD Jenderal Ahmad Yani Kota Metro”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah “Hubungan Rasio Inspirasi–Ekspirasi dengan Nilai *End-Tidal* CO₂ Intraoperatif pada Pasien Anestesi Umum dengan *endotracheal tube* (ETT) di RSUD Jenderal Ahmad Yani Kota Metro?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Diketahui Hubungan Rasio Inspirasi–Ekspirasi dengan Nilai *End-Tidal* CO₂ Intraoperatif Pada Pasien Anestesi Umum dengan *endotracheal tube* (ETT).

2. Tujuan Khusus

- a. Diketahui karakteristik responden yang akan dilakukan tindakan anestesi umum dengan *endotracheal tube* (ETT).
- b. Diketahui nilai EtCO₂ intraoperatif pada pasien anestesi umum dengan *endotracheal tube* (ETT).
- c. Diketahui hubungan antara rasio inspirasi–ekspirasi dengan nilai EtCO₂ pada menit ke-15 intraoperatif pada pasien anestesi umum dengan *endotracheal tube* (ETT).

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini dalam bidang keperawatan anestesi pada tahap intraoperatif, dengan fokus pada pasien yang menjalani anestesi umum selama tindakan pembedahan. Penelitian ini secara khusus mengkaji hubungan antara rasio inspirasi–ekspirasi (I:E) dengan nilai EtCO₂ intraoperatif sebagai indikator kecukupan ventilasi alveolar pada pasien yang mendapatkan ventilasi mekanik. Ruang lingkup subjek penelitian meliputi pasien dewasa yang menjalani pembedahan elektif dengan anestesi umum dan menggunakan *endotracheal tube* (ETT) sebagai alat bantu jalan napas di ruang operasi rumah sakit tempat penelitian dilakukan. Pengukuran rasio inspirasi–ekspirasi dan nilai EtCO₂ dilakukan pada periode intraoperatif dalam satu waktu pengamatan, tanpa adanya intervensi atau manipulasi ventilator oleh peneliti.

Penelitian ini dibatasi pada fase intraoperatif dan tidak mencakup tahap pre operatif maupun pascaoperatif, serta tidak menilai efek jangka panjang setelah tindakan pembedahan. Selain itu, penelitian ini tidak mencakup pasien dengan gangguan paru berat atau kondisi klinis lain yang berpotensi memengaruhi nilai EtCO₂, sehingga hasil penelitian diharapkan dapat menggambarkan hubungan antara rasio inspirasi–ekspirasi dan nilai EtCO₂ intraoperatif pada pasien anestesi umum dengan ETT secara lebih objektif.

E. Manfaat Penelitian

1. Secara Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperkaya pengetahuan ilmiah mengenai hubungan antara rasio inspirasi–ekspirasi dengan nilai EtCO₂ intraoperatif pada pasien yang menjalani anestesi umum dengan penggunaan ETT. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan ilmu keperawatan anestesi, khususnya yang berkaitan dengan pengelolaan ventilasi mekanik dan pemantauan kapnografi sebagai indikator kecukupan ventilasi selama anestesi umum.

2. Secara Praktis

a. Bagi Penata Anestesi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai keterkaitan hubungan rasio inspirasi–ekspirasi yang digunakan dan nilai EtCO₂ intraoperatif. Informasi tersebut dapat menjadi bahan pertimbangan klinis bagi penata anestesi dalam memahami respons ventilasi pasien selama anestesi umum, sehingga membantu menjaga kestabilan ventilasi dan CO₂ secara adekuat selama tindakan pembedahan.

b. Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber referensi dalam pengembangan kurikulum, materi pembelajaran, serta kegiatan penelitian mahasiswa pada bidang

keperawatan anestesi. Hasil penelitian ini dapat mendukung peningkatan mutu akademik, khususnya pada topik manajemen ventilasi mekanik intraoperatif dan interpretasi nilai EtCO₂ selama anestesi umum

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data dasar dan gambaran awal bagi peneliti selanjutnya yang tertarik mengkaji topik ventilasi mekanik intraoperatif. Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan yang menelaah hubungan antara parameter ventilasi dengan nilai EtCO₂ atau parameter respirasi lainnya pada pasien anestesi umum, dengan pendekatan dan desain penelitian yang berbeda sesuai kebutuhan ilmiah.

F. Keaslian Penelitian

Tabel 1. Keaslian Penelitian

No	Nama, tahun dan judul penelitian	Metode	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1.	Gupta, Sharma, dan Singh (2021). <i>Ventilation and Respiratory Parameters During General Anesthesia</i>	Penelitian kuantitatif observasional pada pasien anestesi umum dengan ventilasi mekanik	Rasio ventilasi memengaruhi ventilasi alveolar dan eliminasi CO ₂ selama anestesi umum	Sama-sama meneliti ventilasi mekanik dan parameter respirasi selama anestesi umum	Penelitian sebelumnya menilai parameter ventilasi secara umum, sedangkan penelitian ini berfokus pada hubungan rasio I:E dengan nilai EtCO ₂
2.	Ata, 2022. <i>Impact of Ventilation Mode on End-Tidal CO₂ during General Anesthesia</i>	Eksperimental; pasien GA dengan ETT; perbandingan mode ventilasi pada pasien dengan ETT	Mode ventilasi berpengaruh terhadap nilai EtCO ₂	Sama-sama menggunakan EtCO ₂ sebagai indikator ventilasi	Penelitian terdahulu membandingkan mode ventilasi, sedangkan penelitian ini fokus pada rasio inspirasi–ekspirasi
3.	Balogh, 2022. <i>Association of Intraoperative PaCO₂ with Postoperative Outcomes</i>	Observasional kohort prospektif	PaCO ₂ intraoperatif berkaitan dengan luaran pascaoperasi	Sama-sama membahas parameter CO ₂ selama anestesi	Penelitian sebelumnya menilai PaCO ₂ dan luaran pascaoperasi, sedangkan penelitian ini menilai EtCO ₂ intraoperatif tanpa menilai luaran pascaoperasi

No	Nama, tahun dan judul penelitian	Metode	Hasil	Persamaan	Perbedaan
4.	Kwon, 2023. <i>Ventilatory Strategies and CO₂ Homeostasis during General Anesthesia</i>	Studi komparatif; pasien anestesi umum dengan ventilasi mekanik	Strategi ventilasi memengaruhi keseimbangan CO ₂	Sama-sama membahas keseimbangan CO ₂ intraoperatif	Penelitian terdahulu menilai strategi ventilasi secara umum, sedangkan penelitian ini secara spesifik menilai rasio I:E sebagai variabel utama
5.	Demir, 2023. <i>End-Tidal CO₂ as Predictor of Respiratory Stability during Surgery</i>	Observasional analitik; pemantauan EtCO ₂ intraoperatif	Fluktuasi EtCO ₂	Sama-sama menggunakan EtCO ₂ intraoperatif	Penelitian sebelumnya hanya melakukan pemantauan EtCO ₂ , sedangkan penelitian ini mengaitkan EtCO ₂ dengan rasio inspirasi–ekspirasi