

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Prosedur oksigenasi

a. Definisi

Oksigenasi merupakan proses pemberian oksigen tambahan untuk meningkatkan cadangan oksigen dalam tubuh dan mempertahankan saturasi oksigen perifer yang adekuat. Dalam anestesi umum, oksigenasi sangat penting dilakukan sebelum dan selama fase induksi untuk memperpanjang waktu aman *apnea*, pasien yang tidak bernapas tidak mengalami kejadian desaturasi. Oksigenasi digunakan untuk mencegah hipoksemia, yang dapat meningkatkan risiko komplikasi perioperatif. Oksigenasi yang adekuat mampu meningkatkan tekanan parsial oksigen alveolar sehingga membantu mempertahankan stabilitas saturasi oksigen selama prosedur anestesi umum (Shi *et al.*, 2023)

Oksigenasi sebelum induksi anestesi juga bertujuan meningkatkan tekanan parsial oksigen di alveoli sehingga proses difusi oksigen ke dalam darah menjadi lebih optimal. Oksigenasi yang adekuat mampu meningkatkan cadangan oksigen paru dan dapat membantu mempertahankan stabilitas saturasi oksigen selama periode *apnea* dan mengurangi risiko terjadinya hipoksia selama tindakan anestesi umum. Oksigenasi menggunakan *face mask* yang dilakukan secara optimal dan efektif mampu

mempertahankan saturasi oksigen tetap berada dalam batas normal selama prosedur anestesi (Lenhardt *et al.*, 2023)

Oksigenasi atau preoksigenasi sebelum induksi anestesi merupakan tindakan pemberian oksigen konsentrasi tinggi untuk meningkatkan cadangan oksigen dalam paru-paru. Tujuan utama preoksigenasi adalah menggantikan nitrogen di dalam alveoli dengan oksigen sehingga meningkatkan *functional residual capacity* yang mengandung oksigen dan memperpanjang *safe apnea time* selama proses induksi anestesi. Preoksigenasi yang adekuat dapat menurunkan risiko terjadinya hipoksemia selama fase *apnea* setelah pemberian obat induksi anestesi (Shi *et al.*, 2023).

Pemberian oksigen yang adekuat selama oksigenasi pada induksi anestesi umum dapat meningkatkan cadangan oksigen (*oxygen reserve*) dan mempertahankan oksigenasi pasien. Peningkatan cadangan oksigen tersebut membantu menjaga saturasi oksigen tetap optimal selama proses induksi anestesi. Oksigenasi merupakan tindakan penting yang dilakukan sebelum induksi anestesi untuk mencegah terjadinya penurunan saturasi oksigen (Shi *et al.*, 2023)

b. Teknik pegangan masker oksigenasi

Berbagai teknik pegangan masker digunakan oleh tenaga kesehatan untuk melakukan oksigenasi agar efektif saat menggunakan *face mask*, oksigenasi yang tidak efektif dapat menyebabkan rendahnya pasokan oksigen kedalam tubuh (Balafar *et al.*, 2023)

Keberhasilan oksigenasi sangat bergantung pada kemampuan operator dalam menciptakan *seal* masker yang optimal. Aliran oksigen dapat mencapai alveoli secara maksimal apabila masker menempel rapat pada wajah pasien tanpa adanya kebocoran udara. Kegagalan *seal* masker dapat menyebabkan oksigen tidak masuk secara efektif ke paru-paru sehingga meningkatkan risiko terjadinya desaturasi selama tindakan anestesi (Maulidya *et al.*, 2024)

1) Teknik *E-C Clamp*

Salah satu teknik paling umum digunakan, teknik masker ini dipegang dengan ibu jari dan jari telunjuk membentuk huruf “C” untuk menahan masker terhadap wajah, sementara tiga jari lainnya melakukan *chin lift* atau *mandibular lift* yang membentuk huruf “E”. Teknik ini menciptakan *seal* wajah yang kuat dan membuka jalan napas dengan mengangkat mandibula, sehingga aliran tekanan positif yang efektif ke paru-paru. Kualitas *seal* masker menjadi faktor utama dalam

keberhasilan oksigenasi menggunakan *face mask*. Teknik *E-C Clamp* yang dilakukan dengan tepat dapat membantu mempertahankan ventilasi dan oksigenasi pasien selama tindakan anestesi umum.

2) *Thenar Eminence* (T/E)

Teknik T/E melibatkan penggunaan *thenar eminence* dibagian bawah ibu jari untuk memegang masker dan melakukan *chin lift*, yang bertujuan meningkatkan *seal* dan ventilasi.

3) Teknik Hook

Hook melibatkan palm pada masker dan jari-jari melakukan *chin lift*, dengan potensi mengurangi kelelahan pada operator

c. Parameter penilaian oksigenasi

1) Saturasi Oksigen Perifer (SpO₂)

Parameter yang paling sering digunakan secara klinis untuk menilai oksigenasi pasien secara non-invasif dan kontinu. SpO₂ diukur menggunakan *pulse oximetry*, alat yang memantau persentase hemoglobin yang terikat oksigen secara *real-time* tanpa perlu pengambilan darah. Alat ini mudah dipasang dan memberikan nilai instan selama prosedur oksigenasi untuk memastikan pasien tetap teroksigenasi dengan baik (Nugraha *et al.*, 2021)

2) Tekanan Parsial Oksigen Arteri (PaO₂)

Parameter invasif yang diukur melalui analisis gas darah arteri (AGD), merupakan jumlah nilai oksigen terlarut dalam darah. PaO₂ masih dianggap gold standard untuk menilai sejauh mana oksigenasi jaringan secara fisiologis, terutama untuk menentukan sejauh mana oksigen didistribusikan melalui gradien tekanan dari paru-paru ke darah (Khatib *et al.*, 2025)

2. Teknik *E-C Clamp*

a. Definisi

Teknik *E-C Clamp* merupakan teknik pegangan masker yang paling umum digunakan selama oksigenasi manual. Ibu jari dan jari telunjuk membentuk huruf "C" untuk mempertahankan perlekatan masker pada wajah pasien, sedangkan jari tengah, jari manis, dan jari kelingking membentuk huruf "E" untuk mengangkat mandibula sehingga jalan napas tetap terbuka. Kombinasi kedua manuver tersebut membantu menciptakan *seal* masker yang optimal dan mempertahankan patensi jalan napas selama ventilasi maupun oksigenasi. Dalam manajemen jalan napas dasar, teknik ini banyak digunakan, terutama saat melakukan anestesi umum atau dalam situasi gawat darurat untuk memastikan ventilasi pasien yang cukup (Balafar *et al.*, 2023).

Keberhasilan teknik *E-C Clamp* sangat dipengaruhi oleh kemampuan operator dalam menciptakan *seal* masker yang adekuat. *Seal* yang baik akan mengurangi kebocoran udara dan meningkatkan jumlah oksigen yang masuk ke alveoli. Sebaliknya, kebocoran masker dapat menyebabkan ventilasi tidak efektif dan menurunkan efisiensi oksigenasi pasien (Maulidya *et al.*, 2024)

b. Mekanisme kerja

1) Penciptaan *seal* masker yang efektif

Dengan menggunakan jari telunjuk dan ibu jari yang membentuk huruf "C", masker ditekan ke wajah pasien. Untuk mencegah ventilasi yang bocor dan memungkinkan udara masuk ke sistem pernapasan dengan cara yang efektif (Maulidya *et al.*, 2024)

2) Pembukaan jalan napas (*airway patency*)

Tiga jari yang membentuk huruf "E" di bawah mandibula mengangkat dagu dan membuka lidah. Ini memungkinkan udara masuk dengan lebih baik ke paru-paru dan menjaga jalan napas terbuka. Kombinasi ini memastikan ventilasi yang lebih efektif untuk pasien apneu atau selama induksi anestesi umum (Maulidya *et al.*, 2024)

c. Prosedur tindakan

1) Posisi pasien

Untuk membantu membuka jalan napas, pasien yang membutuhkan ventilasi ditempatkan dalam posisi *sniffing*, di mana kepala sedikit ditarik ke belakang.

2) Penempatan masker

Untuk menjamin kontak yang tepat, masker diletakkan pada wajah pasien dengan bagian yang sesuai menutupi mulut dan hidung pasien.

3) Pegangan *E-C Clamp*

Untuk membentuk *seal* yang efektif, ibu jari dan jari telunjuk dari satu atau dua tangan membentuk huruf "C" di sisi masker. Di bawah rahang pasien, tiga jari lainnya membentuk huruf "E", membuka jalan napas dengan mengangkat dagu.



Gambar 1. Teknik E-C Clamp

4) Ventilasi

Setelah *seal* yang baik dan jalan napas terbuka, balon atau *rebreathing bag* ditekan perlahan untuk memberikan

ventilasi. Indikasi ventilasi yang efektif biasanya ditandai dengan peningkatan dan penurunan dada pasien.

3. Saturasi oksigen (SpO_2)

a. Definisi

Saturasi oksigen (SpO_2) merupakan kadar oksigen dalam darah yang berikatan dengan hemoglobin. Hemoglobin terdiri dari heme dan globin, yang dapat membantu darah untuk bekerja mengembalikan karbondioksida dari semua sel ke paru-paru dan mengeluarkannya dari tubuh. Pemeriksaan saturasi oksigen menjadi indikator untuk mencegah kerusakan organ-organ penting dalam tubuh serta risiko kematian karena kurangnya oksigen dalam tubuh (Tompodung, Sapulete & C Pangemanan., 2022).

Saturasi oksigen (SpO_2) normal pada orang dewasa berada pada rentang 95–100%. Nilai SpO_2 menggambarkan persentase hemoglobin yang berikatan dengan oksigen dalam darah arteri. Nilai saturasi oksigen yang adekuat menunjukkan bahwa proses ventilasi, difusi, dan perfusi berlangsung dengan baik sehingga kebutuhan oksigen jaringan dapat terpenuhi secara optimal. Sebaliknya, penurunan saturasi oksigen dapat mengindikasikan gangguan pertukaran gas, ventilasi, atau perfusi yang berpotensi menyebabkan hipoksemia (Tompodung, Sapulete & C Pangemanan., 2022)

Pemberian oksigen sebelum induksi anestesi dapat membantu meningkatkan dan mempertahankan saturasi oksigen dalam batas normal selama tindakan anestesi. Oksigenasi yang adekuat mampu meningkatkan cadangan oksigen dalam paru-paru sehingga memperpanjang waktu aman *apnea* dan membantu mencegah terjadinya desaturasi selama prosedur anestesi umum. Preoksigenasi memiliki peran penting dalam mempertahankan kestabilan saturasi oksigen selama anestesi umum (Shi *et al.*, 2023)

b. Pengukuran saturasi oksigen

Dalam praktik anestesi, pemantauan saturasi oksigen menggunakan pulse oximetry merupakan standar pemantauan yang penting untuk menilai kecukupan oksigenasi pasien secara kontinu. Pulse oximetry mampu mendeteksi perubahan oksigenasi secara cepat sehingga dapat membantu mencegah komplikasi akibat hipoksia selama tindakan anestesi maupun periode perioperatif (Lenhardt *et al.*, 2023)

Pengukuran saturasi oksigen menggunakan alat *pulse oximetry* terdiri dari dua diode pengisi cahaya yaitu cahaya merah dan inframerah pada satu posisi probe. Kedua *diode* mengirimkan cahaya merah dan inframerah ke pembuluh darah, biasanya pada ujung jari atau daun telinga, ke fotodetektor di sisi lain probe (Noho, Lasnudin, Syamsudin., 2023)

c. Hasil ukur saturasi

Hasil ukur saturasi oksigen perifer, seperti yang ditunjukkan oleh hasil ukur saturasi oksigen perifer, dapat dilihat dari bedside monitor pada pasien yang sudah dipasang *pulse oximetry* (Tompondung, Sapulete & C Pangemanan., 2022) :

- 1) Nilai saturasi oksigen lebih dari 95% normal.
- 2) Nilai saturasi oksigen kurang dari 95% tidak normal.

d. Faktor yang mempengaruhi saturasi oksigen

Saturasi oksigen (SpO_2) tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi patologis, tetapi juga oleh faktor fisiologis individu dan faktor teknis pengukuran, berikut faktor yang dapat mempengaruhi saturasi oksigen (Uysal & Yılmaz, 2025)

1) Posisi tubuh

Posisi tubuh saat pengukuran berpengaruh signifikan terhadap nilai saturasi oksigen (SpO_2), nilai SpO_2 yang diukur dalam posisi duduk tegak secara konsisten lebih tinggi dibandingkan posisi berbaring (*supine*). Mekanisme yang mempengaruhi yaitu, posisi duduk meningkatkan ekspansi paru dan ventilasi alveolar, mengurangi penekanan organ abdomen terhadap diafragma, memperbaiki rasio ventilasi-perfusi (V/Q). Pada posisi berbaring dapat menyebabkan penurunan volume paru fungsional, sehingga menurunkan efisiensi pertukaran gas dan berdampak pada penurunan nilai SpO_2 .

2) Jenis kelamin

Perempuan memiliki nilai SpO₂ yang secara statistik lebih tinggi dibandingkan laki-laki, meskipun sama-sama berada dalam kondisi sehat. Mekanisme yang mempengaruhi yaitu perbedaan kapasitas ventilasi dan pola pernapasan, faktor hormonal (terutama estrogen) yang dapat meningkatkan efisiensi ventilasi, variasi anatomi thoraks dan distribusi jaringan lemak

3) Usia

Usia merupakan salah satu faktor fisiologis yang dapat memengaruhi saturasi oksigen dan fungsi respirasi seseorang. Bertambahnya usia dapat menyebabkan penurunan elastisitas paru, penurunan kekuatan otot pernapasan, serta berkurangnya cadangan oksigen fungsional paru. Kondisi tersebut menyebabkan pasien usia lanjut lebih rentan mengalami gangguan oksigenasi dan desaturasi selama tindakan anestesi umum. Proses penuaan juga dapat menurunkan kemampuan kompensasi tubuh dalam mempertahankan pertukaran gas yang optimal selama periode *apnea* maupun tindakan oksigenasi menggunakan masker.

4) Indeks massa tubuh (*Body Mass Index* / BMI)

Individu dengan BMI lebih rendah (*underweight* atau normal) mendapatkan nilai SpO₂ yang lebih tinggi dibandingkan

individu dengan BMI overweight atau obesitas. Mekanisme yang mempengaruhi yaitu, lemak berlebih pada dinding dada dan abdomen membatasi gerakan diafragma, meningkatkan kerja pernapasan, menurunkan ventilasi alveolar efektif, memicu gangguan distribusi oksigen perifer. Individu dengan BMI tinggi lebih berisiko mengalami hipoksemia ringan, meskipun tanpa penyakit paru.

5) Lokasi dan jari pengukuran

Lokasi pemasangan sensor pulse oximeter khususnya jari tangan yang digunakan dapat memengaruhi hasil SpO₂. Jari tengah memberikan nilai SpO₂ yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan jari lainnya, mekanisme yang mempengaruhi yaitu, perbedaan perfusi perifer, variasi ketebalan jaringan dan aliran kapiler, sensitivitas sensor terhadap pulsasi darah arteri, namun faktor ini bersifat teknis.

6) Faktor teknis pengukuran *pulse oximeter*

Selain faktor fisiologis akurasi pengukuran SpO₂ dipengaruhi oleh teknik penggunaan alat seperti, posisi sensor yang tidak tepat, tekanan berlebihan pada jari, variasi aliran darah perifer, kesalahan teknis ini dapat menghasilkan *false low* SpO₂, terutama pada individu dengan perfusi perifer rendah.

7) Status fisik ASA

Status fisik ASA (*American Society of Anesthesiologists*) merupakan klasifikasi yang digunakan untuk menilai kondisi

fisiologis dan risiko perioperatif pasien sebelum menjalani anestesi. Pasien dengan status ASA I–II umumnya memiliki fungsi sistem respirasi dan kardiovaskular yang masih baik sehingga lebih mampu mempertahankan saturasi oksigen selama tindakan anestesi umum. Sebaliknya, pasien dengan status ASA yang lebih tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami gangguan oksigenasi akibat adanya penyakit sistemik yang memengaruhi fungsi tubuh.

4. General anestesi

a. Definisi

General anestesi adalah tindakan yang memiliki tujuan untuk menghilangkan nyeri, membuat tidak sadar dan menyebabkan amnesia yang bersifat *reversible* dan dapat diprediksi. Anestesi umum dapat menyebabkan hilangnya ingatan pada saat pembiusan dan operasi sehingga saat pasien sadar, pasien tidak mengingat peristiwa pembedahan yang dilakukan (Millizia *et al.*, 2023).

b. Teknik general anestesi

Teknik general anestesi dibagi menjadi 3 yaitu teknik anestesi umum inhalasi, anestesi umum intravena dan anestesi umum imbang (Millizia *et al.*, 2023)

1) Anestesi inhalasi

Anestesi inhalasi adalah teknik klasik dalam anestesi umum yang memungkinkan kontrol kadar anestesi secara terus-

menerus selama pembedahan melalui kombinasi udara dan anestesi volatil. Obat anestesi diberikan dalam bentuk gas atau uap melalui alat anestesi menggunakan masker atau rangkaian ventilasi, yang masuk ke tubuh melalui saluran napas pasien. Teknik ini sering digunakan untuk mempertahankan keadaan anestesi setelah fase induksi. Agen Inhalasi yang digunakan gas anestesi volatil seperti sevoflurane, isoflurane, dan nitrous oxide.

2) Teknik anestesi intravena (IV)

Anestesi Intravena adalah memasukan obat-obatan anestesi langsung ke pembuluh darah vena melalui infus atau bolus, teknik ini sering dikombinasikan dengan metode lain untuk mencapai anestesi yang stabil. Biasanya digunakan untuk fase induksi agar pasien cepat mencapai keadaan tidak sadar, contoh obat IV seperti, propofol, etomidate, ketamine sesuai dengan protokol anestesi klinis.

3) *Balanced anesthesia*

Balance anesthesia sering dipilih untuk prosedur operasi mayor karena menyediakan stabilitas hemodinamik dan efek samping yang lebih terkendali. Teknik ini merupakan kombinasi dari inhalasi dan intravena serta adjuvan lain seperti, opioid, neuromuskular blocker, sehingga menghasilkan anestesi yang optimal dalam tiga pilar yaitu

hipnosis atau tidak sadar, analgesia atau tidak nyeri, dan relaksasi otot.

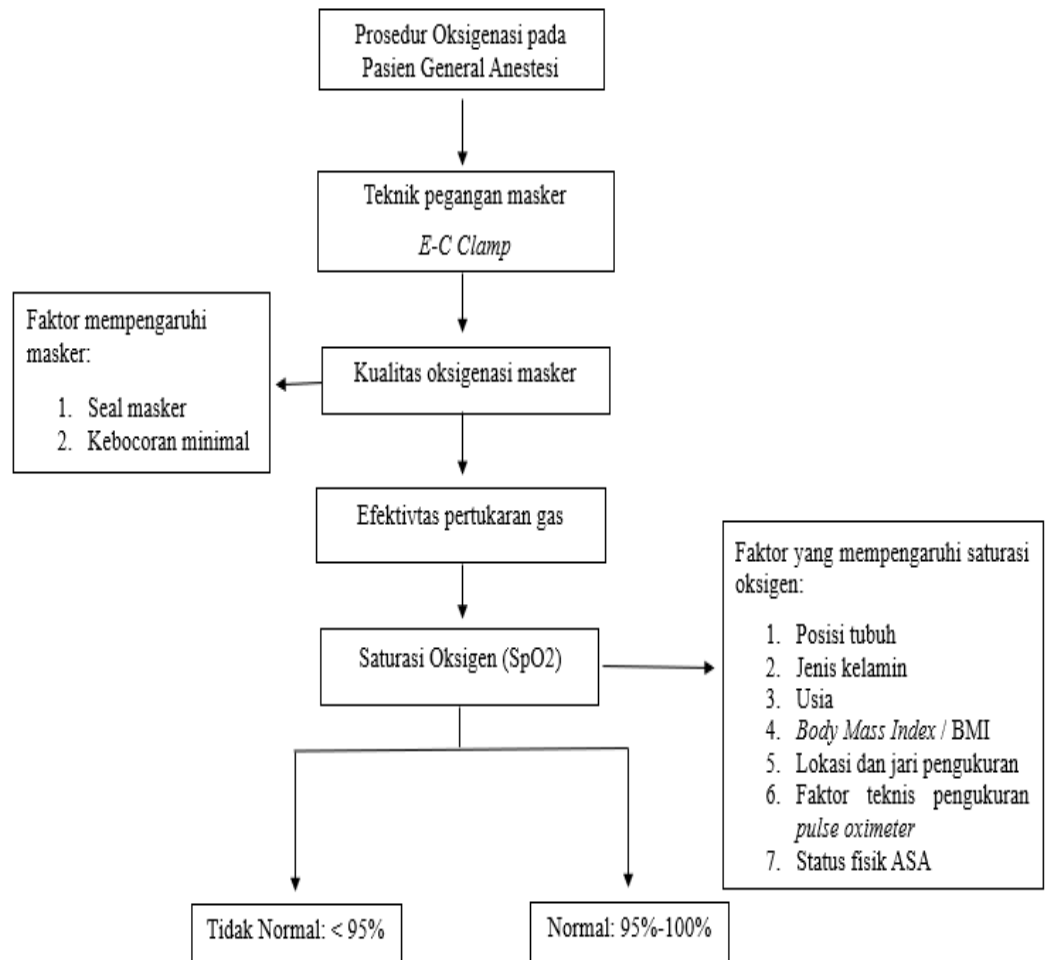
c. Persiapan preoperasi dan anestesi

Dalam manajemen perioperatif, persiapan pre-operasi dan anestesi sangat penting karena menentukan kondisi pasien sebelum operasi anestesi umum dan risiko yang mungkin terjadi saat dan setelah operasi (Komurcu *et al.*, 2024)

Mengidentifikasi risiko komplikasi perioperatif dapat membantu tim anestesi dan bedah dengan merencanakan prosedur anestesi yang aman dan sesuai berdasarkan kondisi medis pasien. Riwayat medis pasien dievaluasi secara menyeluruh, termasuk pemeriksaan fisik dasar, pemeriksaan laboratorium rutin, dan gambar radiologis (Komurcu *et al.*, 2024)

Memeriksa faktor risiko seperti usia, skor ASA (*American Society of Anesthesiologists*), penyakit penyerta, dan hasil pemeriksaan penunjang yang dapat memengaruhi toleransi pasien terhadap anestesi umum. Penilaian ini memungkinkan tim anestesi untuk mengubah rencana anestesi mereka, termasuk teknik anestesi yang dipilih, pengawasan intraoperatif, dan strategi pencegahan komplikasi, yang pada akhirnya bertujuan untuk meningkatkan keselamatan pasien (Komurcu *et al.*, 2024)

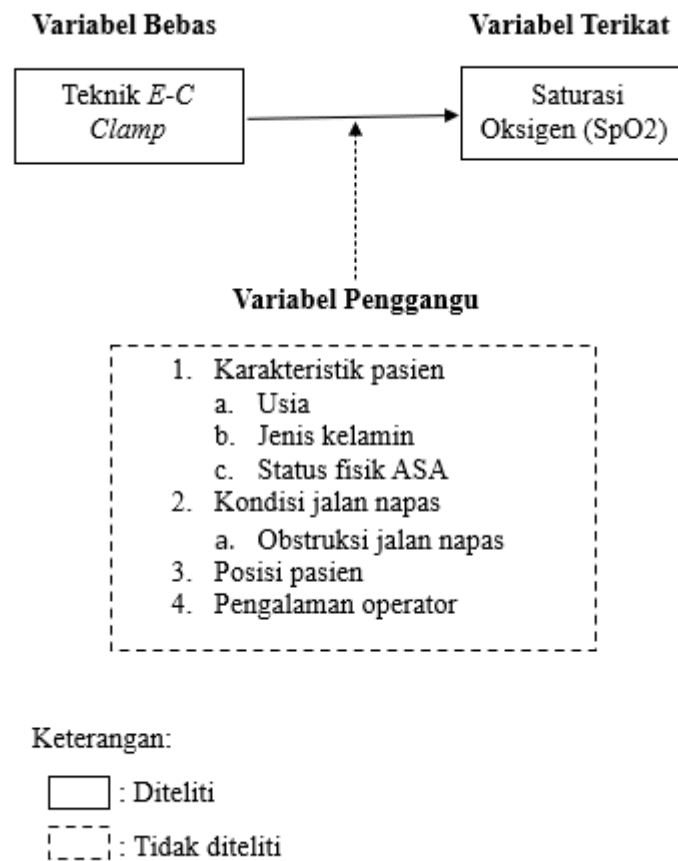
B. Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

Sumber: (Balafar *et al.*, 2023). (Maulidya *et al.*, 2024). (Tompodung, Sapulete & C Pangemanan., 2022). (Uysal & Yilmaz, 2025).

C. Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

D. Hipotesis atau Pernyataan Penelitian

Ha : Terdapat perbedaan saturasi oksigen (SpO₂) sebelum dan sesudah dilakukan teknik *E-C Clamp* pada pasien general anestesi.

Ho : Tidak terdapat perbedaan saturasi oksigen (SpO₂) sebelum dan sesudah dilakukan teknik *E-C Clamp* pada pasien general anestesi.