

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Saturasi Oksigen

a. Definisi Saturasi Oksigen

Saturasi oksigen (SpO_2) adalah persentase hemoglobin yang berikatan dengan oksigen di dalam darah arteri dan digunakan sebagai parameter untuk menilai kecukupan oksigenasi pasien selama anestesi umum. (Potter *et al.*, 2021)

b. Pengukuran Saturasi Oksigen

Dalam pengukuran saturasi oksigen menggunakan *pulse oxymetry* yang terdiri dari dua diode pengisi cahaya yaitu cahaya merah dan cahaya inframerah pada satu posisi *probe*, kedua diode ini mentransmisikan cahaya merah dan cahaya inframerah ke pembuluh darah, biasanya bisa diletakkan pada ujung jari atau daun telinga menuju foto detektor pada sisi lain *probe*. (Andariani Rahmatia *et al.*, 2023)

c. Hasil Ukur Saturasi

Menurut Potter *et al* tahun 2021, hasil ukur saturasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1) Saturasi oksigen normal

Saturasi oksigen normal pada orang dewasa sehat berada pada rentang 95–100%. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar

hemoglobin terikat oksigen secara optimal sehingga kebutuhan oksigen jaringan dapat terpenuhi.

2) Saturasi oksigen tidak normal

Saturasi oksigen dikatakan tidak normal apabila nilainya $< 95\%$, dengan klasifikasi sebagai berikut:

- a) $90-94\% \rightarrow$ Hipoksemia ringan
- b) $85-89\% \rightarrow$ Hipoksemia sedang
- c) $<85\% \rightarrow$ Hipoksemia berat

d. Faktor yang memengaruhi SpO_2 menurut (Sherwood, 2016)

meliputi:

1) Faktor yang Memengaruhi SpO_2 Menurut (Sherwood 2016),

yaitu:

a) Tekanan oksigen (PO_2)

PO_2 adalah aspek yang sangat penting dalam penentuan saturasi oksigen di dalam hemoglobin. Saturasi oksigen meningkat Ketika PO_2 darah meningkat dan menurun ketika PO_2 darah rendah.

b) Suhu

Peningkatan suhu tubuh dapat meningkatkan kadar O_2 yang dibebaskan yang dapat digunakan lebih efisien pada jaringan.

c) Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein dalam sel darah merah yang mengikat oksigen untuk membentuk oksihemoglobin. Tingkat konsentrasi hemoglobin yang berkurang dapat mengakibatkan rendahnya pengangkutan oksigen dari hemoglobin.

d) Hipoksia

Hipoksia adalah suatu kondisi di mana oksigen tidak tersedia di tingkat jaringan dalam jumlah yang dibutuhkan untuk mempertahankan homeostasis yang tepat. Hipoksia terjadi ketika jaringan tidak menerima oksigen yang cukup karena sirkulasi yang buruk atau kadar oksigen yang rendah dalam darah (hipoksemia).

2) Prosedur Pengukuran Saturasi Oksigen

Berikut merupakan prosedur pengukuran SpO₂ menggunakan *pulse oxymeter* menurut Kozier & Erb (2018).

- a) Menyiapkan Alat *Pulse Oxymeter*, pembersih cat kuku, handuk atau sapu tangan
- b) Memilih sensor yang ukurannya sesuai dengan jari pasien
- c) Memilih tempat pemasangan sensor
- d) Membersihkan tempat pemasangannya
- e) Pasang sensor hubungkan dengan alat oximeter
- f) Mengatur dan menyalakan alarm oxymeter

g) Pastikan keamanan pasien

h) Pastikan sensor bekerja

2. *Anesthesia Circuit Stabilizer (ACS)*

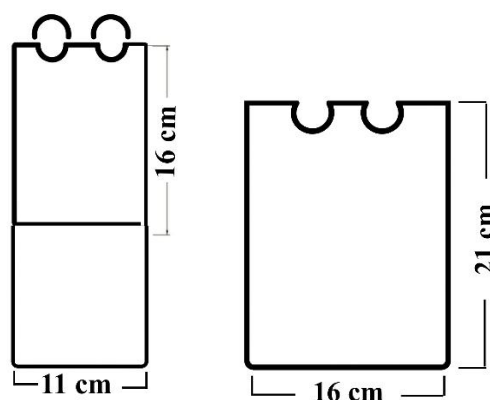
a. Definisi *Anesthesia Circuit Stabilizer*

Anesthesia Circuit Stabilizer adalah alat bantu penyangga dan penstabil sirkuit anestesi yang digunakan untuk mengurangi tarikan (*traction*) dan beban mekanik pada *endotracheal tube* (ETT) serta konektor sirkuit anestesi selama anestesi umum. Alat ini berfungsi menjaga posisi ETT dan sirkuit anestesi tetap stabil, sehingga menurunkan risiko terlepasnya koneksi, pergeseran ETT, maupun gangguan ventilasi selama tindakan anestesi berlangsung. *Anesthesia Circuit Stabilizer* bekerja sebagai *strain relief device*, yaitu alat yang mendistribusikan berat dan gerakan sirkuit anestesi agar tidak langsung membebani ETT dan jalan napas pasien.

(Dorsch, J. A., & Dorsch, S. E., 2018).

b. Deskripsi alat *Anesthesia Circuit Stabilizer*

1) Desain dan Ukuran *Anesthesia Circuit Stabilizer*



Gambar 1. Desain dan Ukuran

2) Kondisi Pengait Sirkuit Sebelum dan Sesudah dikunci



Gambar 2. Gambaran *Anesthesia Circuit Stabilizer* Sebelum dan Sesudah dikunci

c. Cara kerja *Anesthesia Circuit Stabilizer*

Cara kerja *Anesthesia Circuit Stabilizer* adalah dengan menopang dan menahan sirkuit anestesi pada posisi tertentu sehingga gaya tarik akibat berat sirkuit, pergerakan pasien, atau aktivitas operator tidak langsung mengenai ETT. Mekanisme kerja *Anesthesia Circuit Stabilizer* menurut Al-Shaikh, B., & Stacey, S. (2018) meliputi:

- 1) Menahan beban sirkuit anestesi Alat ini menopang sirkuit anestesi agar beratnya tidak menggantung langsung pada ETT.
- 2) Mengurangi tarikan dan tekanan pada ETT dengan distribusi beban yang lebih merata, risiko pergeseran, atau dislokasi ETT dapat diminimalkan.
- 3) Menjaga kestabilan koneksi antara sirkuit dan ETT, serta membantu mempertahankan koneksi yang aman antara ETT dan sirkuit, sehingga ventilasi tetap efektif.

- 4) Meningkatkan keselamatan jalan napas dengan stabilitas yang lebih baik, risiko hipoventilasi, kebocoran udara, dan penurunan saturasi oksigen dapat ditekan.

d. Kelebihan dan kekurangan *Anesthesia Circuit Stabilizer*

1) Kelebihan *Anesthesia Circuit Stabilizer*

- a) Meningkatkan stabilitas posisi ETT

Mengurangi risiko pergeseran atau terlepasnya ETT selama anestesi umum.

- b) Menurunkan risiko gangguan ventilasi

- c) Membantu mencegah kebocoran sirkuit dan gangguan aliran gas.

- d) Meningkatkan keselamatan pasien

Dengan stabilitas jalan napas yang lebih baik, risiko hipoksia dapat diminimalkan.

- e) Membantu operator anestesi

Mengurangi kebutuhan penyesuaian ulang posisi sirkuit selama operasi.

2) Kekurangan *Anesthesia Circuit Stabilizer*

- a) Ketergantungan pada pemasangan yang tepat

Pemasangan yang tidak benar justru dapat mengurangi efektivitas alat.

b) Potensi membatasi fleksibilitas gerak

Pada posisi operasi tertentu, alat dapat membatasi penyesuaian posisi sirkuit.

c) Belum digunakan secara rutin di semua fasilitas

Ketersediaan dan standar penggunaan masih bervariasi antar rumah sakit.

d) Bukti penelitian spesifik masih terbatas

Sebagian besar bukti berasal dari prinsip mekanik dan studi terkait stabilitas sirkuit, bukan uji klinis berskala besar khusus pada alat ini.

3. Sirkuit Anestesi

a. Definisi Sirkuit Anestesi

Sirkuit anestesi merupakan rangkaian komponen yang menghubungkan mesin anestesi dengan jalan napas pasien untuk menghantarkan oksigen dan gas anestesi sekaligus mengeluarkan karbon dioksida. Sistem ini menjadi perpanjangan saluran napas pasien selama anestesi umum maupun ventilasi mekanik. Donnelly & Dolling (2022) mengatakan bahwa sirkuit anestesi memiliki tiga fungsi utama, yaitu menyediakan aliran gas inspirasi yang aman, membuang gas ekspirasi terutama CO₂, dan menjaga efektivitas ventilasi dengan resistensi minimal.

b. Komponen Sirkuit Anestesi

1) *Fresh Gas Inlet / Common Gas Outlet (CGO)*

Titik masuk gas segar dari mesin anestesi ke dalam sirkuit. Gas yang keluar sudah berisi campuran oksigen, *nitrous oxide*, atau agen anestesi inhalasi. *Fresh gas outlet* ini menjadi sumber utama ventilasi pasien dalam sistem sirkuit (Donnelly & Dolling, 2022)

2) Tabung Pernapasan (*Breathing Tubes / Inspiratory dan Expiratory Limb*)

Tabung fleksibel yang membawa gas dari mesin ke pasien dan mengembalikan gas ekspirasi dari pasien menuju sirkuit. Tabung biasanya berbentuk *corrugated* untuk mengurangi risiko tertekuk dan memberikan fleksibilitas (Nagelhout & Plaus, 2020).

3) Katup Satu Arah (*Unidirectional Valves*)

Terdiri dari katup inspirasi dan ekspirasi. Katup ini memastikan aliran gas berjalan satu arah sehingga mencegah pencampuran gas inspirasi dengan gas ekspirasi yang masih mengandung CO₂. Komponen ini sangat penting pada sistem *rebreathing* seperti *circle system* (Duke & Woodruff, 2018).

4) *Y-Piece* dan Konektor

Berfungsi menyatukan aliran dari *inspiratory limb* dan *expiratory limb* menjadi satu sambungan menuju *airway device*

pasien (masker, LMA, atau ETT). Bagian ini menjadi titik sentral pertukaran gas antara pasien dan sirkuit (Morgan & Mikhail, 2021).

5) *Reservoir Bag (Breathing Bag)*

Berfungsi menyimpan gas untuk inspirasi selanjutnya, memberikan cadangan gas saat pasien bernapas spontan, serta memungkinkan ventilasi manual oleh penata anestesi. *Reservoir bag* juga menjadi indikator visual pernapasan pasien (Donnelly & Dolling, 2022).

6) *APL Valve (Adjustable Pressure Limiting Valve)*

APL valve berfungsi mengontrol tekanan dalam sirkuit. Jika tekanan berlebih, APL valve membuka dan membuang gas keluar ke sistem *scavenging* sehingga mencegah barotrauma (Butterworth *et al.*, 2018).

7) *Canister Penyerap CO₂ (CO₂ Absorber / Soda Lime Canister)*

Digunakan pada *circle system* untuk menghilangkan CO₂ dari gas ekspirasi sehingga gas dapat digunakan kembali (*rebreathing*). Penyerap CO₂ ini memungkinkan penggunaan *fresh gas flow* rendah dan efisiensi penggunaan agen anestesi (Pratomo *et al.*, 2023).

8) *Scavenging System*

Sistem tambahan yang berfungsi membuang gas sisa anestesi ke luar ruangan agar tidak mencemari lingkungan kerja.

Sistem ini dihubungkan ke APL *valve* atau ventilator (Morgan & Mikhail, 2021).

9) Filter dan HME (*Heat and Moisture Exchanger*)

Berfungsi menyaring bakteri/partikel dan menjaga kelembaban serta suhu gas inspirasi. Umumnya diletakkan dekat *Y-piece* (Nagelhout & Plaus, 2020).

c. Cara Kerja Sirkuit Anestesi

Secara umum, cara kerja sistem pernapasan pada mesin anestesi dibagi menjadi dua, yaitu sistem *rebreathing* dan sistem *non-rebreathing*.

1) Sistem *Rebreathing*

Pada sistem *rebreathing*, gas ekshalasi pasien dialirkan kembali ke sistem setelah melewati *canister* berisi *soda lime* yang menyerap karbon dioksida. Gas yang telah dibersihkan kemudian bercampur dengan aliran gas segar dan gas anestesi sebelum dihirup kembali oleh pasien. Sistem ini menggunakan katup satu arah untuk memastikan aliran gas hanya berjalan searah. Keunggulannya adalah penggunaan gas yang lebih hemat, kelembaban dan suhu gas lebih stabil, serta polusi ruang operasi lebih rendah. Namun, sistem ini memiliki resistensi yang lebih tinggi dan struktur yang lebih kompleks (Choudhury, D., & Mishra, P. 2021).

2) Sistem *Non-Rebreathing*

Pada sistem *non-rebreathing*, seluruh gas ekshalasi pasien langsung dibuang tanpa digunakan kembali, sehingga pasien hanya menghirup gas segar setiap kali bernapas. Karena tidak adanya absorpsi CO₂, sistem ini memerlukan aliran *fresh gas flow* yang tinggi untuk mencegah pasien menghirup kembali CO₂. Sistem ini lebih sederhana, ringan, dan memiliki resistensi rendah sehingga ideal untuk pasien anak, tetapi konsumsi gas anestesi menjadi lebih boros dan tidak memberikan penghangatan (Choudhury D & Mishra, P. 2021).

d. Fungsi dan Stabilitas pada Sirkuit Anestesi

1) Fungsi Umum Sirkuit Anestesi

Sirkuit anestesi dirancang sebagai alat pemberian oksigen dan agen anestesi secara kontinu sehingga mendukung ventilasi yang adekuat selama anestesi umum. Sirkuit anestesi yang fleksibel memudahkan penyesuaian posisi pasien dan pergerakan meja operasi tanpa mengganggu proses ventilasi. Selain itu, penggunaan sirkuit anestesi yang sesuai standar dapat membantu mempertahankan suhu dan kelembapan gas inspirasi serta mengurangi kerja napas pasien saat menggunakan ventilasi mekanik. Sirkuit anestesi juga memungkinkan pemantauan parameter respirasi secara *real time*, seperti volume tidal dan tekanan jalan napas, sehingga meningkatkan keselamatan

pasien selama tindakan anestesi (Choudhury & Mishra, 2021; Miller *et al.*, 2020).

2) Stabilitas Sirkuit Anestesi terhadap Ventilasi dan SpO₂

Stabilitas sirkuit anestesi penting dalam menjaga ventilasi selama anestesi umum. Tarikan atau pergerakan sirkuit dapat menyebabkan pergeseran alat bantu napas, kebocoran ventilasi, hingga gangguan penghantaran oksigen (Brock Utne, 2016).

Oleh karena itu, stabilisasi sirkuit diperlukan untuk mengurangi beban tarikan pada ETT dan menjaga ventilasi tetap stabil (Morgan & Mikhail, 2021). Penggunaan *Anesthesia Circuit Stabilizer* membantu menopang sirkuit anestesi sehingga mengurangi risiko kebocoran dan pergeseran ETT (Nagelhout & Plaus, 2020). Ventilasi yang lebih stabil dapat mengoptimalkan penghantaran oksigen dan membantu mempertahankan saturasi oksigen selama anestesi umum (Donnelly & Dolling, 2022).

e. Masalah yang Sering Terjadi pada Sirkuit Anestesi

Masalah pada sirkuit anestesi cukup sering terjadi dan dapat memengaruhi kualitas ventilasi pasien. Salah satu yang paling umum adalah kebocoran sirkuit akibat konektor longgar, selang retak, atau pemasangan yang tidak tepat. Pelepasan konektor dari ETT juga menjadi masalah kritis karena dapat menghentikan aliran oksigen dan gas anestesi secara tiba-tiba. Selain itu, obstruksi sirkuit dapat

terjadi akibat lendir, darah, kondensasi, atau selang yang tertekuk sehingga meningkatkan resistensi aliran. Pada beberapa kasus, ditemukan malfungsi komponen, seperti katup satu arah atau APL *valve* yang tidak bekerja optimal. Pada sistem *rebreathing*, *soda lime* yang jenuh dapat menyebabkan penumpukan CO₂. Faktor *human error*, seperti kesalahan atau kurangnya pemeriksaan sebelum penggunaan, juga berkontribusi terhadap munculnya masalah ini.

4. Anestesi Umum

a. Definisi Anestesi Umum

Anestesi umum adalah prosedur medis yang bertujuan untuk menghilangkan rasa sakit, membuat pasien tidak sadar, dan menciptakan amnesia sementara yang dapat diprediksi. Selama prosedur ini, pasien tidak akan mengingat proses pembiusan atau pembedahan setelah sadar kembali (Millizia *et al.*, 2023).

b. Jenis Anestesi Umum

Menurut Veterini (2021) dalam bukunya, terdapat dua macam teknik anestesi umum, yaitu anestesi inhalasi dan anestesi intravena.

1) Anestesi Umum Inhalasi

Teknik anestesi umum dengan inhalasi dilakukan dengan memberikan gas anestesi ke paru-paru pasien melalui alat *Endotracheal Tube* (ETT), *Laryngeal Mask Airway* (LMA), atau

face mask (sungkup muka). Indikasi pemilihan alat tersebut didasarkan pada banyak faktor, di antaranya seperti jenis operasi, lokasi operasi, lama operasi, posisi operasi, kondisi pasien, dan faktor-faktor lainnya.

2) Anestesi Intravena

General anestesi intravena dilakukan dengan memberikan kombinasi obat-obatan anestesi secara injeksi intravena. Meski anestesi dilakukan secara intravena, namun pemberian kombinasi obat-obatan anestesi yang menghilangkan kesadaran dan rasa nyeri pasien, seringkali juga akan mengakibatkan pasien kehilangan kemampuan menjaga jalan napas, sehingga manajemen jalan napas pasien harus tetap dilakukan, baik dengan *Endotracheal Tube* (ETT), *Laryngeal Mask Airway* (LMA), ataupun *face mask* (sungkup muka).

5. *Endotracheal Tube* (ETT)

a. Pengertian *Endotracheal Tube* (ETT)

Endotracheal Tube (ETT) pertama kali digunakan pada awal tahun 1900-an. Dalam bentuk yang paling sederhana adalah tabung yang terbuat dari *polivinil klorida* yang ditempatkan di antara pita suara melalui trakea untuk menyediakan oksigen dan gas yang dihirup ke paru-paru. Ini juga berfungsi untuk melindungi paru-paru dari kontaminasi, seperti isi lambung dan darah. Kemajuan ETT telah mengikuti kemajuan dalam anestesi

dan pembedahan. Modifikasi telah dilakukan untuk meminimalkan aspirasi, mengisolasi paru-paru, memberikan obat-obatan (Ahmed & Boyer, 2023).

b. Indikasi penggunaan *Endotracheal Tube* (ETT)

Indikasi pemasangan intubasi endotrakeal adalah pada pasien yang kesulitan menjaga saluran napas tetap terbuka dan memastikan kelancaran pernapasan, seperti pada pasien yang mengalami penurunan tingkat kesadaran atau cedera pada area wajah dan leher. Selain itu untuk mencegah aspirasi, menghindari kegagalan dalam ventilasi dan oksigenasi, serta untuk mengantisipasi kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan pernapasan (Anggia *et al.*, 2024).

Pasien yang memerlukan intubasi memiliki setidaknya satu dari lima indikasi berikut (Erbay, 2018) :

- 1) Ketidakmampuan untuk menjaga jalan napas tetap terbuka (dislokasi lidah ke arah faring, obstruksi saluran pernapasan atas, *apnea* tidur obstruktif, luka bakar).
- 2) Kegagalan untuk melindungi jalan napas dari aspirasi (perdarahan oral dan hidung pada pasien trauma, sekresi, perut penuh, refleks *gastroesophageal*).
- 3) Kegagalan ventilasi (kelainan pada anatomi jalan napas: leher pendek, mandibula lebar, rahang atas di depan, mandibula di belakang, mulut kecil, obesitas) dan ventilasi masker yang sulit dapat disertai dengan intubasi yang sulit.

- 4) Kemungkinan kondisi yang dapat menyebabkan gagal napas (perubahan hemodinamik akibat hipoksemia progresif dan hiperkarbia seperti takikardia, hipertensi, aritmia).

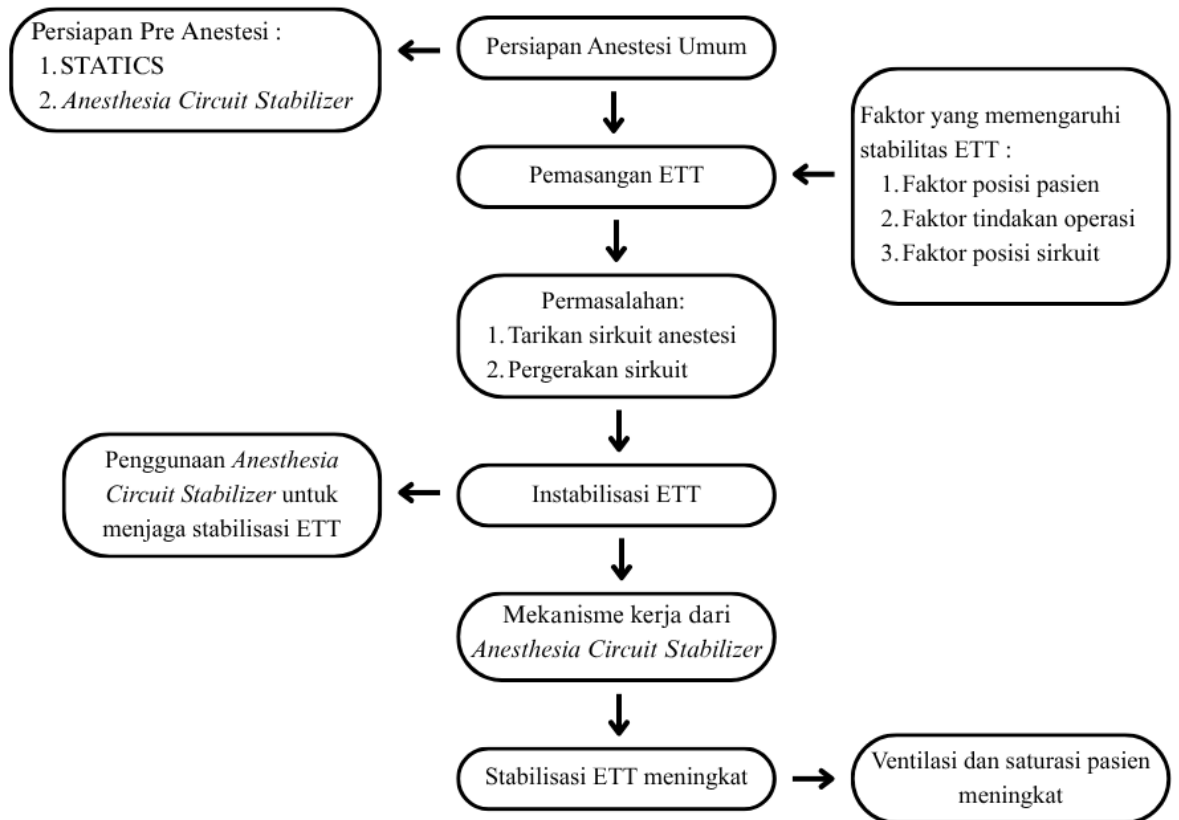
c. Kontraindikasi penggunaan *Endotracheal Tube* (ETT)

Kontraindikasi untuk pemasangan ETT mencakup trauma atau obstruksi saluran napas yang parah, yang menghalangi pemasangan ETT dengan aman. Jika intubasi tidak memungkinkan tetapi saluran napas perlu diamankan, prosedur jalan napas bedah harus dilakukan (Avva *et al.*, 2023).

d. Komplikasi *Endotracheal Tube* (ETT)

Komplikasi dari intubasi endotrakeal dapat mencakup nyeri tenggorokan, radang tenggorokan, ulserasi pada mukosa, stenosis pada laring atau trakea, aspirasi, intubasi ke esofagus, intubasi ke bronkus, atelektasis, hipoksemia berat, henti jantung, ruptur trakea, serta kematian (Sun, 2019).

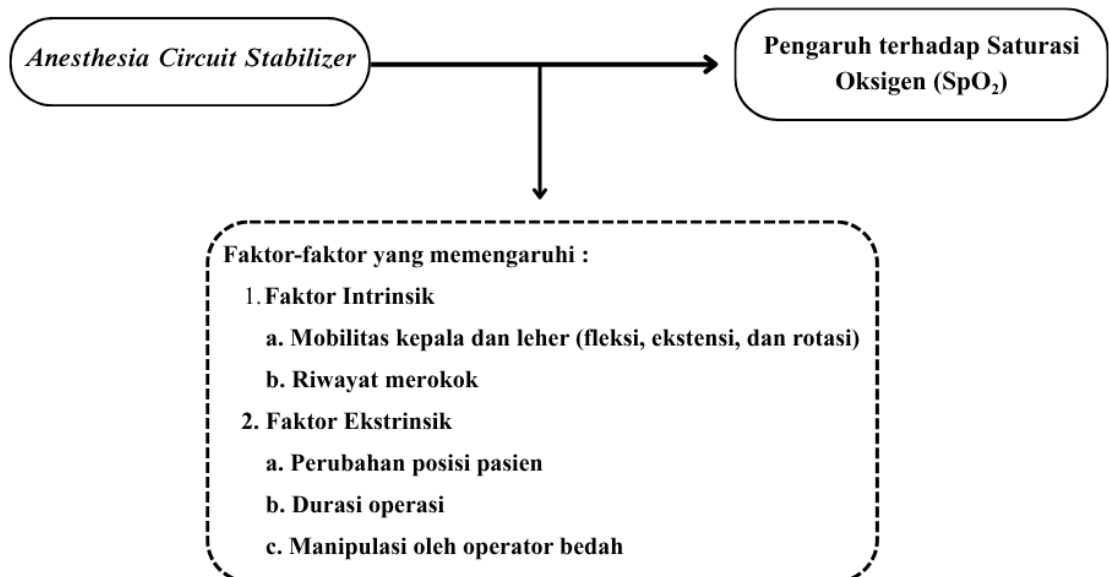
B. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

Sumber: Miller, R. D., *et al* (2020) dan Morgan, G. E., *et al* (2021)

C. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

D. Hipotesis Penelitian

- a) H_0 : Tidak terdapat pengaruh penggunaan *Anesthesia Circuit Stabilizer* terhadap saturasi oksigen (SpO_2) pada pasien anestesi umum.
- b) H_1 : Terdapat pengaruh penggunaan *Anesthesia Circuit Stabilizer* terhadap saturasi oksigen (SpO_2) pada pasien anestesi umum.