

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. *Laminectomy*

a. Definisi *Laminectomy*

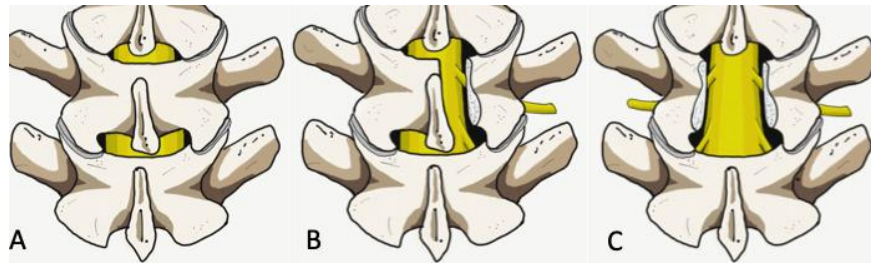
Laminectomy adalah salah satu prosedur paling umum untuk mendekompresi kanal tulang belakang dalam kasus penyempitan sekunder akibat berbagai kondisi seperti *stenosis degeneratif*, fraktur, tumor tulang belakang primer dan sekunder, *abses*, dan *deformitas*. Prosesus *spinosus* dan *lamina* diangkat terbatas secara lateral hingga bagian medial sendi facet. *Kanalis sentral*, *resesus lateral*, dan foramen saraf harus didekompresi untuk pemulihan klinis yang baik dan pencegahan sindrom operasi punggung yang gagal. Aktivitas ini menjelaskan teknik *laminectomy*, menyoroti peran tim interprofesional dalam mengevaluasi dan meningkatkan perawatan pasien yang menjalani operasi *dekompresi* tulang belakang posterior ini (Estefan, dkk, 2023).

Prosedur ini dapat memperbesar kanal tulang belakang untuk mengurangi tekanan pada sumsum tulang belakang atau saraf. Ini sering dilakukan sebagai bagian dari operasi *dekompresi*. *Laminectomy* pada umumnya digunakan ketika perawatan yang lebih konservatif seperti pengobatan, terapi fisik, atau suntikan, gagal

meredakan gejala. Ini mungkin juga direkomendasikan jika gejalanya parah atau semakin parah (Fadli, 2022).

b. Anatomi *Laminectomy*

Lamina termasuk dalam lengkung *vertebra posterior*, memanjang ke medial dari dasar *prosesus spinosus* ke persimpangan antara sendi *facet superior* dan *inferior*, bertindak sebagai struktur stabilisasi tulang belakang yang berhubungan dengan sendi facet dan juga sebagai lapisan pelindung sumsum tulang belakang dan akar saraf. Anatomi umum *lamina* terdiri dari batas *superior* dan *inferior*, permukaan *anterior* yang bersentuhan dengan kanal medula, dan permukaan *posterior* yang berfungsi sebagai tempat perlekatan otot erektor *spinae*, bentuk dan ketebalan *lamina* bervariasi menurut daerah anatomi. Tinggi laminar cenderung menurun dari C2 ke C4 dan kemudian meningkat menuju puncak di T8. Dari T9 ke L4 cenderung menurun tingginya dan bertambah panjang dengan L5 sebagai tinggi lumbal terendah; di sisi lain, dari *serviks* ke *lumbal*, lebar *lamina* menurun secara progresif hingga yang tersempit di T4 di daerah *toraks* dan kemudian meningkat terus menerus hingga mencapai yang terlebar di L5 (Estefan, dkk, 2023).



Gambar 1. Anatomi *Laminectomy*

Keterangan

- A. Anatomi lengkung *vertebra posterior* normal
- B. *Hemilaminectomy*
- C. *Laminectomy* disumbangkan (Franco L, De Cicco, MD, 2025)

c. Indikasi *Laminectomy*

Laminectomy merupakan prosedur bedah yang umumnya dilakukan untuk meringankan gejala akibat *stenosis* tulang belakang. Kondisi ini terjadi ketika ruang tulang belakang mengalami penyempitan sehingga menekan sumsum tulang belakang atau saraf. *Stenosis* tulang belakang dapat muncul akibat berbagai faktor, antara lain penyusutan cakram tulang belakang serta pembengkakan tulang belakang dan ligament, radang pada sendi tulang belakang, kelainan bawaan seperti pertumbuhan tulang belakang yang tidak normal, penyakit tulang *Paget*, *achondroplasia*, adanya tumor pada tulang belakang, cedera *traumatis*, serta *disk hernia* atau kondisi tergelincirnya cakram (Fadli, 2022).

d. Kontraindikasi *Laminectomy*

Berdasarkan Estefan, dkk. (2023), *laminectomy* memiliki kontraindikasi berupa *spondilolistesis*, *skoliosis*, dan *listesis lateral*. Selain itu, terdapat beberapa kondisi pasien yang juga dianggap

kurang ideal untuk menjalani prosedur ini, yaitu pasien dengan beberapa komorbiditas medis, serta pasien yang mengalami depresi, gangguan berjalan, dan *skoliosis* secara bersamaan.

e. Prosedur *Laminectomy*

Dokter bedah biasanya melakukan *laminectomy* menggunakan *general anestesi* dan tim bedah memantau detak jantung, tekanan darah, dan kadar oksigen darah selama prosedur. Setelah anestesi bekerja, prosedur selanjutnya adalah :

- 1) Dokter bedah membuat *insisi midline* sepanjang segmen *vertebra* yang akan di *dekompresi*. Otot *paraspinal* didiseksi secara *subperiosteal* hingga *lamina* dan *prosesus spinosus* terlihat jelas.
- 2) Reseksi *lamina* (prosedur *laminectomy*) dimulai dengan pengangkatan sebagian atau seluruh *lamina* menggunakan *Kerrison rongeur* atau *high-speed drill*. *Prosesus spinosus* dapat dipotong sebagian bila diperlukan untuk memberikan akses lebih luas ke kanal *spinal*. Setelah *lamina* terangkat, *ligamentum flavum* kemudian dipisahkan dan dibuka untuk mengekspos *duramater*.
- 3) *Dekompresi kanal spinal* dilakukan dengan membersihkan seluruh struktur yang menekan saraf, seperti *osteofit*, jaringan *fibrosis*, *hipertrofi ligamentum flavum*, atau *fragmen diskus*. Tahap ini merupakan inti dari tindakan *laminectomy*, di mana

dokter memastikan bahwa duramater dan akar saraf bebas dari kompresi.

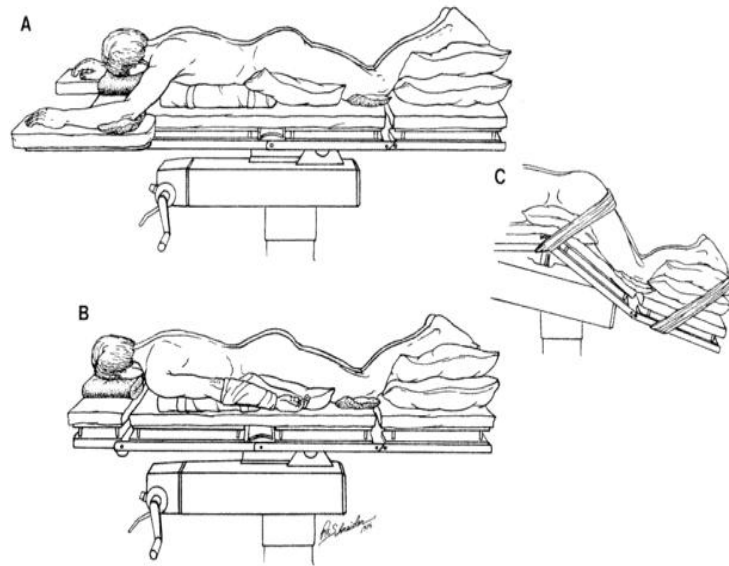
- 4) Evaluasi akhir *dekompresi* dilakukan dengan memeriksa visualisasi duramater secara menyeluruh serta memastikan tidak ada struktur yang tersisa menekan saraf. *Hemostasis* dilakukan menggunakan *bipolar cautery* untuk mencegah perdarahan pascaoperasi. Evaluasi dural sac ini sangat penting dalam mengurangi risiko gejala *neurologis* berulang.
- 5) Penutupan luka operasi dilakukan secara berlapis, dimulai dari *fascia paraspinal*, jaringan subkutan, hingga kulit. Pada beberapa kasus, terutama ketika area operasi luas, drain dapat dipasang untuk mencegah terbentuknya hematoma pascaoperasi. Luka kemudian ditutup dengan teknik aseptik untuk mengurangi risiko infeksi.

2. Posisi *Spine Prone*

a. Definisi *Spine Prone*

Posisi *spine prone* adalah posisi pasien dalam keadaan tengkurap (*face-down*) yang secara luas digunakan pada tindakan pembedahan tulang belakang bagian *posterior*. Pada posisi ini, pasien ditempatkan dengan bantalan pada dada dan panggul, sementara *abdomen* dibiarkan bebas agar tidak terjadi peningkatan tekanan *intraabdominal*, sehingga aliran balik vena dapat tetap optimal. Posisi ini memberikan akses langsung ke struktur *posterior*

tulang belakang, termasuk *lamina*, *faset*, dan *kanal spinal*, sehingga sangat ideal untuk prosedur seperti *laminectomy*, *discectomy*, serta fusi tulang belakang (Konieczny *et al.*, 2025).



Gambar 1. Posisi Telungkup Klasik.

Keterangan:

- A. Meja yang rata dengan tangan pasien diatas kepala: Perhatikan di atas dada depan tepat di bawah klavikula diberi bantal, lengan atas didukung ventrad dengan posisi sumbu melintang dari dada. Siku dan lutut diberi penahan/bantalan; kaki difleksikan di paha.
- B. Lengan dirapatkan sejajar dengan badan. Kepala ditahan dengan bantalan berbentuk C bagian muka.
- C. kemudian terakhir, meja atas di fleksikan untuk meminimalkan lordosis pada lumbal. Pemasangan straps pada gluteus harus agak keatas untuk menahan berat ekstremitas bawah di atas meja yang diposisikan miring (Konieczny, *et al.*, 2025).

b. Tujuan

Tujuan utama penempatan pasien dalam posisi *spine prone* adalah untuk memberikan akses optimal bagi ahli bedah terhadap struktur *dorsal* tulang belakang sehingga prosedur pembedahan dapat dilakukan dengan aman dan efisien. Selain memberikan

lapangan pandang yang luas, posisi ini juga bertujuan mengurangi tekanan *intraabdomen* sehingga menurunkan risiko perdarahan *vena epidural*. posisi *prone* dirancang untuk memberikan stabilitas tubuh pasien, memastikan *airway* tetap aman setelah intubasi, serta membantu optimalisasi ventilasi mekanik selama anestesi umum. Tujuan tambahan lainnya adalah mengurangi risiko cedera jaringan akibat penekanan dengan penggunaan penyangga dada dan pelvis yang tepat (Lim dkk. 2021).

c. Indikasi

Menurut Elharrar, dkk. (2021), indikasi pemberian *proning position* meliputi beberapa kondisi klinis yang perlu diperhatikan. Pasien harus berada dalam tingkat kesadaran baik atau sadar penuh (*compos mentis*), sehingga mampu mengikuti instruksi selama prosedur. Selain itu, *proning position* dianjurkan pada pasien dengan *hipoksia* akut yang membutuhkan *suplementasi* oksigen lebih dari 2 liter per menit untuk mempertahankan saturasi oksigen $\geq 92\%$. Prosedur ini juga hanya diberikan apabila pasien tidak menunjukkan tanda-tanda distress napas berat dan dinilai mampu melakukan perubahan posisi ke *prone* secara mandiri tanpa memerlukan bantuan penuh dari tenaga medis.

d. Komplikasi

Posisi *spine prone* selama anestesi umum dapat menimbulkan perubahan *fisiologis* yang berdampak pada sistem respirasi dan

oksigenasi. Peningkatan tekanan *intraabdomen* dan *intratorakal* pada posisi *prone* dapat mendorong *diafragma* ke arah *kranial*, sehingga menyebabkan penurunan *lung compliance* dan *functional residual capacity (FRC)*. Penurunan *FRC* ini berkontribusi terhadap terjadinya *atelektasis alveolar* dan gangguan pertukaran gas, yang pada akhirnya dapat menurunkan oksigenasi paru (Edgcombe, Carter, & Yarrow, 2021).

Selain itu, perubahan posisi tubuh pada *spine prone* dapat menyebabkan ketidakseimbangan ventilasi dan perfusi paru (*ventilation-perfusion mismatch*), akibat distribusi ventilasi yang tidak merata dan perubahan aliran darah *pulmonal*. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan *hipoksemia intraoperatif* yang ditandai dengan penurunan saturasi oksigen (SpO_2), terutama pada pasien dengan cadangan paru terbatas, durasi anestesi yang panjang, serta pengaturan ventilasi mekanik yang tidak optimal (Bachmann, *et al.*, 2023).

Komplikasi oksigenasi yang terjadi selama posisi *spine prone* juga dapat berlanjut hingga periode pascaoperatif, berupa *hipoksemia residual* dan *atelektasis*, yang meningkatkan risiko komplikasi respirasi seperti infeksi paru dan kebutuhan oksigen tambahan. Oleh karena itu, pemantauan saturasi oksigen secara ketat serta penyesuaian strategi ventilasi selama anestesi umum sangat diperlukan untuk mencegah komplikasi ventilasi dan oksigenasi pada

pasien yang menjalani pembedahan dengan posisi *spine prone* (Gupta, *et al.*, 2024).

3. Saturasi Oksigen

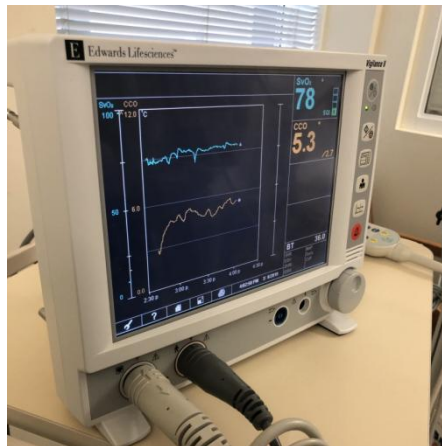
a. Definisi

Saturasi oksigen merupakan elemen penting dalam perawatan pasien. Oksigen diatur secara ketat di dalam tubuh karena *hipoksemia* dapat menyebabkan banyak efek samping akut pada sistem organ individu, ini termasuk otak, jantung, dan ginjal. Saturasi oksigen mengukur seberapa banyak *hemoglobin* yang terikat pada oksigen dibandingkan dengan seberapa banyak *hemoglobin* yang tetap tidak terikat. Pada tingkat *molekuler*, *hemoglobin* terdiri dari empat subunit protein *globular*. Setiap subunit dikaitkan dengan gugus heme. Setiap molekul *hemoglobin* selanjutnya memiliki empat situs pengikat heme yang siap mengikat oksigen. Oleh karena itu, selama pengangkutan oksigen dalam darah, *hemoglobin* dapat membawa hingga empat molekul oksigen. Karena sifat kritis konsumsi oksigen jaringan dalam tubuh, penting untuk memantau saturasi oksigen saat ini. Oksimeter denyut dapat mengukur saturasi oksigen, ini adalah perangkat *non-invasif* yang ditempatkan di atas jari seseorang. Alat ini mengukur panjang gelombang cahaya untuk menentukan *rasio* kadar *hemoglobin* teroksigenasi saat ini dengan *hemoglobin* terdeoksigenasi (Brant, Hafen, Sandeep. 2022).

Saturasi oksigen merupakan elemen penting dalam manajemen dan pemahaman perawatan pasien. Oksigen diatur secara ketat di dalam tubuh karena *hipoksemia* dapat menyebabkan banyak efek samping akut pada masing-masing sistem organ. Ini termasuk otak, jantung, dan ginjal. Saturasi oksigen mengukur seberapa banyak hemoglobin yang terikat dengan oksigen dibandingkan dengan seberapa banyak *hemoglobin* yang tidak terikat. Pada tingkat molekuler, hemoglobin terdiri dari empat subunit protein globular. Setiap subunit dikaitkan dengan gugus heme. Setiap molekul hemoglobin selanjutnya memiliki empat situs pengikat heme yang siap mengikat oksigen. Oleh karena itu, *hemoglobin* dapat membawa hingga empat molekul oksigen selama transpor oksigen dalam darah. Karena sifat kritis konsumsi oksigen jaringan dalam tubuh, penting untuk memantau saturasi oksigen saat ini. Oksimeter denyut dapat mengukur saturasi oksigen (lihat Gambar. Oksimeter Denyut). Alat ini adalah alat *non-invasif* yang dipasang di jari seseorang (Brant, Hafen, Sandeep. 2022).



Gambar 2. Oksimeter Pulsa
Sumber: Brant, Hafen, Sandeep. (2022).



Gambar 3. .Monitor Saturasi Oksigen
Sumber: Brant, Hafen, Sandeep.(2022).

b. Indikasi

Pemantauan saturasi oksigen diperlukan pada kondisi klinis yang berpotensi menyebabkan gangguan oksigenasi jaringan. Penilaian saturasi oksigen diindikasikan pada pasien dengan risiko *hipoksemia*, seperti pasien yang menjalani anestesi umum, tindakan pembedahan mayor, serta prosedur dengan perubahan posisi tubuh yang dapat memengaruhi mekanika pernapasan. Selain itu, pemantauan saturasi oksigen penting dilakukan pada pasien dengan gangguan sistem *respirasi* atau *kardiovaskular*, serta pada pasien dengan penyakit penyerta yang memengaruhi fungsi paru (Brant, Hafen, & Sharma, 2022).

Dalam konteks *intraoperatif*, pemantauan saturasi oksigen menjadi penting pada pasien yang menjalani pembedahan dengan posisi *spine prone*, karena posisi ini dapat menyebabkan keterbatasan ekspansi dada dan pergerakan *diafragma*, sehingga meningkatkan risiko terjadinya *hipoksemia*. Oleh karena itu,

pemantauan saturasi oksigen secara kontinu diperlukan untuk mendeteksi penurunan oksigenasi secara dini dan mencegah terjadinya komplikasi pernapasan selama anestesi umum (Edgcombe, Carter, & Yarrow, 2021).

c. Komplikasi

Gangguan saturasi oksigen merupakan salah satu komplikasi yang dapat terjadi pada pasien yang menjalani anestesi umum, terutama selama pembedahan dengan durasi lama dan perubahan posisi tubuh. *Hipoksemia intraoperatif* dapat terjadi akibat gangguan *ventilasi*, *perfusi*, dan pertukaran gas yang dipengaruhi oleh kondisi pasien serta faktor *intraoperatif* (Gupta, et al., 2024).

Secara klinis, beberapa faktor diketahui berkontribusi terhadap penurunan saturasi oksigen. *Indeks* massa tubuh (IMT) yang tinggi berhubungan dengan penurunan kepatuhan dinding dada dan peningkatan *resistensi* jalan napas, sehingga meningkatkan risiko gangguan oksigenasi selama anestesi umum. Status fisik ASA yang lebih tinggi juga mencerminkan cadangan *fisiologis* yang lebih rendah, sehingga pasien lebih rentan mengalami *hipoksemia intraoperatif* (Brant, Hafen, & Sharma, 2022).

Selain itu, riwayat penyakit paru dengan *komorbid*, seperti penyakit paru *obstruktif kronik (PPOK)*, *asma*, dan *tuberkulosis* paru, dapat mengganggu ventilasi dan pertukaran gas. Kondisi tersebut meningkatkan risiko terjadinya ketidakseimbangan *ventilasi*

perfusi, yang dapat menyebabkan penurunan saturasi oksigen selama anestesi umum, terutama pada pembedahan posisi *spine prone* (Edgcombe, Carter, & Yarrow, 2021).

Faktor *intraoperatif* lain yang memengaruhi gangguan saturasi oksigen meliputi durasi anestesi yang panjang, pemilihan dan ukuran *endotracheal tube (ETT)* yang tidak sesuai, penggunaan *corrugated breathing circuit* yang dapat meningkatkan resistensi jalan napas, serta mode ventilator yang digunakan selama anestesi. Pengaturan ventilator yang tidak optimal dapat memperburuk ketidakseimbangan *ventilasi perfusi* dan meningkatkan risiko *hipoksemia intraoperatif* (Gupta, et al., 2024).

4. Anestesi Umum

a. Definisi

Anestesi umum merupakan suatu tindakan yang bertujuan menghilangkan rasa nyeri, membuat tidak sadar dan menyebabkan *amnesia* selama dilakukan prosedur pembedahan yang bersifat *reversible* (Kindangen, et al., 2022). Menurut *American Society of Anesthesiologists (ASA)* anestesi umum diseluruh dunia sekitar 175,4 juta pasien dan menurut *World Health Organization (WHO)* terdapat sekitar 86,74 juta pasien melakukan anestesi umum (Azizah, 2023).

b. Teknik *General Anestesi*

Menurut Mangku dan Senapathi dikutip dalam Saputoro & Efendy, *general anestesi* dapat dilakukan dengan tiga teknik yaitu:

1) *General Anestesi Intravena*

Teknik *general anestesi* yang dilakukan dengan jalan menyuntikkan obat anestesi *parenteral* langsung kedalam pembuluh darah vena.

2) *General Anestesi Inhalasi*

Teknik *general anestesi* yang dilakukan dengan jalan memberikan kombinasi obat anestesi inhalasi yang berupa gas atau cairan yang mudah menguap melalui alat atau mesin anestesi langsung ke udara inspirasi.

3) *Anestesi Imbang*

Teknik anestesi imbang merupakan teknik anestesi yang digunakan kombinasi obat-obatan baik obat anestesi *intravena* maupun obat anestesi inhalasi ataupun anestesi kombinasi teknik *general anestesi* dengan *analgesia regional* untuk mencapai *trias anestesi* secara optimal dan berimbang yaitu:

a) *Efek Hipnosis*

Efek *hipnosis* diperoleh menggunakan obat *hipnotikum* atau obat anestesi umum yang lain

b) *Efek analgesia*

Efek *analgesia* diperoleh dengan menggunakan obat *analgetik* atau obat *general anestesi* atau dengan cara *analgesia regional*.

c) Efek relaksasi

Efek relaksasi diperoleh dari obat pelumpuh otot atau general anestesi atau dengan cara *algesia regional* (Saputro & Efendy, 2021).

c. Indikasi *General Anestesi*

Indikasi penggunaan anestesi umum adalah pada prosedur pembedahan yang memerlukan relaksasi mendalam dalam jangka waktu lama, operasi yang kemungkinan mengakibatkan kehilangan darah yang cukup signifikan dan mengganggu pernapasan, serta pasien yang tidak kooperatif juga lebih baik menggunakan anestesi umum (Smith, *et al*, 2023).

d. Kontraindikasi *General Anestesi*

Kontraindikasi penggunaan anestesi umum relatif apabila pasien dengan kondisi medis yang tidak dioptimalkan sebelum operasi elektif, pasien dengan jalan napas sulit atau *komorbiditas* lainnya. Pasien yang akan menjalani operasi harus melakukan pra operasi yang melibatkan peninjauan riwayat anestesi sebelumnya, riwayat penyakit dan status kehamilan atau merokok (Smith, *et al*, 2023).

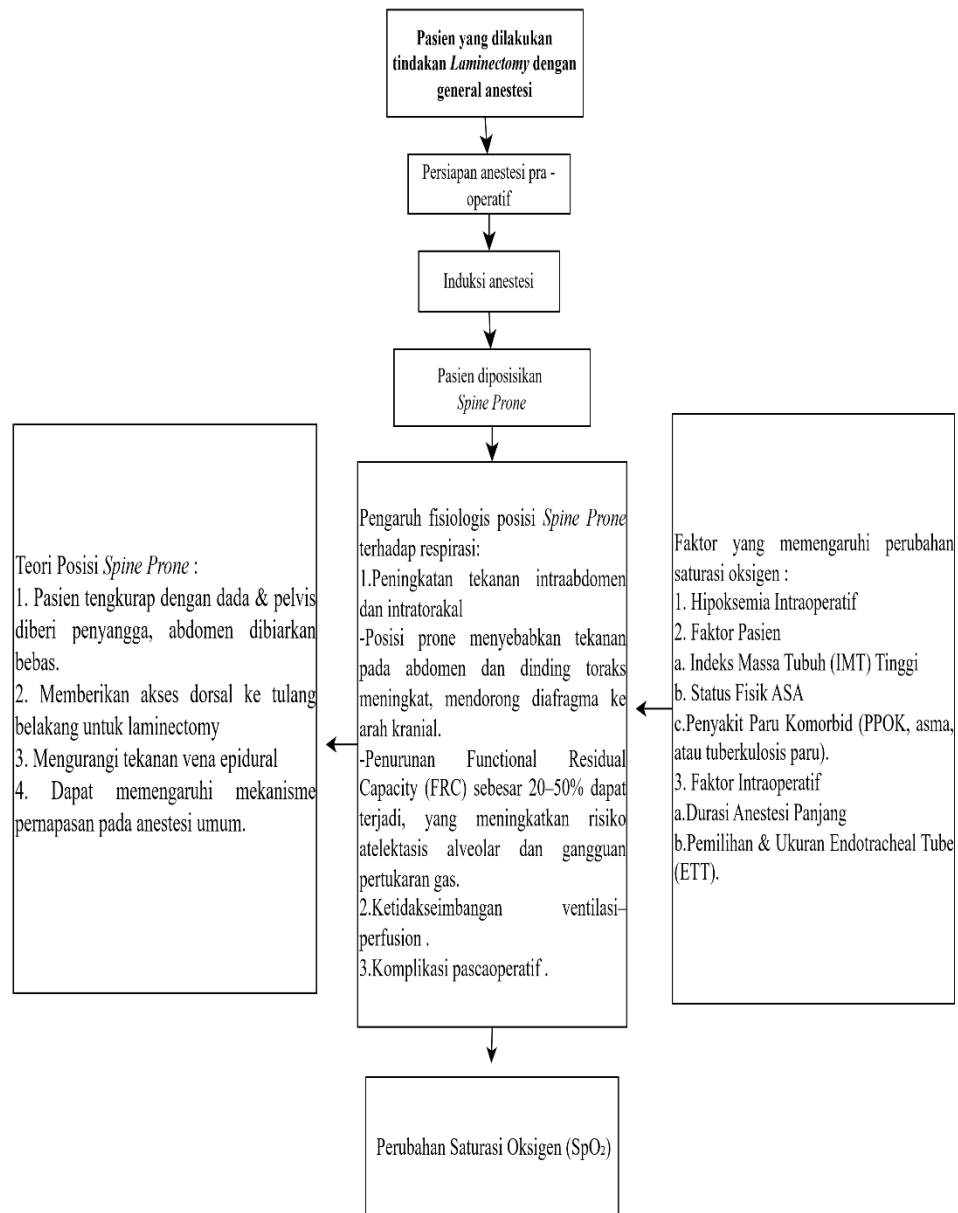
e. Komplikasi *General Anestesi*

Komplikasi anestesi umum dapat terjadi akibat efek *farmakologis* obat anestesi, manipulasi jalan napas, serta perubahan *fisiologis* selama tindakan pembedahan. Dalam penelitian ini,

komplikasi anestesi umum difokuskan pada gangguan ventilasi dan oksigenasi, karena berkaitan langsung dengan perubahan saturasi oksigen selama *intraoperatif*. Gangguan ventilasi dan oksigenasi merupakan komplikasi penting pada anestesi umum yang dapat menyebabkan *hipoksemia intraoperatif*. Obat anestesi umum dapat menekan pusat pernapasan serta menyebabkan relaksasi otot pernapasan, sehingga ventilasi alveolar menurun dan pertukaran gas menjadi tidak optimal (Miller, *et al.*, 2022).

Penggunaan jalan napas buatan seperti *endotracheal tube (ETT)* dapat meningkatkan resistensi jalan napas dan memengaruhi efektivitas ventilasi, terutama bila ukuran atau posisi *ETT* tidak sesuai. Selain itu, durasi anestesi yang panjang, penggunaan *corrugated breathing circuit*, serta pemilihan mode ventilator yang tidak *adekuat* dapat memperburuk ketidakseimbangan ventilasi perfusi dan meningkatkan risiko *hipoksemia* selama anestesi umum (Butterworth, Mackey, & Wasnick, 2023).

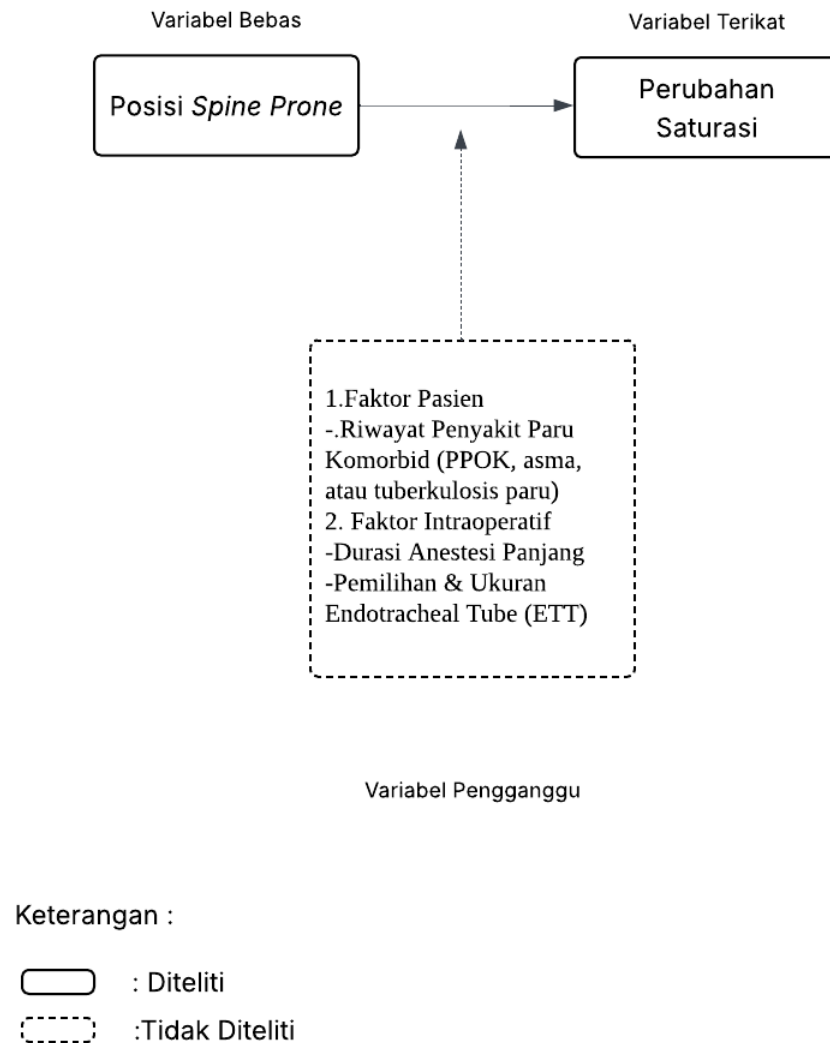
B. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

Sumber : (Edgcombe, Carter, & Yarrow, 2021); bahman, *et al.*, (2023); Gupta, P., *et al.* (2024); (Brant, Hafen, & Sharma, 2022); (Edgcombe, Carter, & Yarrow, 2021); (Konieczny, *et al.*, 2025); (Lim, *et al.*, 2021)

C. Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

D. Hipotesis atau Pertanyaan Penelitian

Terdapat Pengaruh Posisi *Spine Prone* Terhadap Perubahan Saturasi Oksigen *Intraoperatif* Pada Pasien *Laminectomy*.