



Hubungan antara Lama Waktu Pemasangan Intubasi Endotrakeal dengan Risiko Terjadinya Hipoksemia pada Pasien Kritis: *Systematic Review*

Sri Iswahyuni^{1*}, Hakim Anasulfalah², Ahmad Syauqi Mubarak³, Aris Widiyanto⁴, Joko Tri Atmojo⁵, Wiratmoko Adhi Nugroho⁶

¹⁻⁶Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mambaul Ulum Surakarta, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

*Penulis Korespondensi: iswahyunimus@gmail.com

Abstract. Endotracheal intubation (ETI) is a common procedure performed in critically ill patients in intensive care units but carries the risk of serious complications, particularly hypoxemia. Prolonged intubation duration is associated with a higher risk of oxygen desaturation, emphasizing the importance of evaluating the available evidence. This study aimed to analyze the relationship between endotracheal intubation duration and the risk of hypoxemia through a systematic review. The review followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Literature was identified from the PubMed, Scopus, and Google Scholar databases using keywords related to endotracheal intubation, intubation duration, hypoxemia, and critical care. Nine studies meeting the inclusion and exclusion criteria, including cohort, case-control, and randomized controlled trials, were analyzed. The findings demonstrated that prolonged intubation duration was consistently associated with an increased risk of hypoxemia. Six studies reported that intubation lasting more than three minutes significantly increased oxygen desaturation. Inadequate preoxygenation and poor clinical condition before intubation also contributed to this risk. Conversely, preoxygenation techniques such as Non-Invasive Positive Pressure Ventilation (NIPPV) and High-Flow Nasal Cannula (HFNC), combined with adequate oxygenation monitoring, effectively reduced hypoxemia. Therefore, optimizing preoxygenation strategies and minimizing intubation duration are essential to improve patient safety during endotracheal intubation procedures.

Keywords: Critical Care; Endotracheal Intubation; Hypoxemia; Intubation Duration; Preoxygenation.

Abstrak. Intubasi endotrakeal (ETI) merupakan prosedur yang sering dilakukan pada pasien kritis di ruang perawatan intensif, tetapi berisiko menimbulkan komplikasi serius, terutama hipoksemia. Durasi intubasi yang lebih lama diduga meningkatkan risiko terjadinya hipoksemia sehingga diperlukan evaluasi terhadap bukti ilmiah yang tersedia. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara durasi pemasangan intubasi endotrakeal dan risiko hipoksemia pada pasien kritis melalui tinjauan sistematis. Penelitian menggunakan metode systematic review dengan pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Pencarian literatur dilakukan pada database PubMed, Scopus, dan Google Scholar menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan intubasi endotrakeal, durasi intubasi, hipoksemia, dan perawatan kritis. Sebanyak sembilan artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, terdiri atas studi kohort, case-control, dan uji klinis acak, dianalisis. Hasil kajian menunjukkan bahwa durasi intubasi yang lebih lama berhubungan dengan peningkatan risiko hipoksemia. Enam dari sembilan studi melaporkan bahwa durasi intubasi lebih dari tiga menit meningkatkan kejadian desaturasi oksigen. Selain durasi intubasi, pre-oksigenasi yang tidak optimal dan kondisi klinis pasien sebelum tindakan turut meningkatkan risiko hipoksemia. Sebaliknya, penggunaan teknik pre-oksigenasi seperti Non-Invasive Positive Pressure Ventilation (NIPPV) dan High-Flow Nasal Cannula (HFNC), disertai pemantauan oksigenasi yang memadai, terbukti membantu menurunkan risiko tersebut. Dengan demikian, durasi intubasi endotrakeal yang lebih lama merupakan faktor yang meningkatkan risiko hipoksemia pada pasien kritis. Optimalisasi teknik pre-oksigenasi dan upaya memperpendek durasi intubasi diperlukan untuk meningkatkan keselamatan pasien selama prosedur intubasi.

Kata Kunci: Durasi Intubasi; Hipoksemia; Intubasi Endotrakeal; Perawatan Kritis; Pre-Oksigenasi.

1. PENDAHULUAN

Intubasi endotrakeal adalah prosedur penting dalam penatalaksanaan jalan napas pada pasien gawat darurat dan perawatan intensif. Prosedur ini memastikan jalan napas tetap terbuka, memungkinkan ventilasi mekanis, dan mencegah aspirasi pada pasien yang tidak dapat mempertahankan patensi jalan napas atau memerlukan bantuan ventilasi jangka panjang (Higgs et al., 2018). Meskipun umum dilakukan, intubasi tetap memiliki risiko komplikasi serius, salah

satunya hipoksemia, yaitu penurunan saturasi oksigen darah arteri yang dapat menyebabkan kerusakan organ hingga kematian (Russotto et al., 2017).

Hipoksemia selama intubasi sering terjadi akibat periode apnea, yaitu sejak pasien berhenti bernapas spontan setelah induksi anestesi hingga ventilasi efektif dimulai melalui pipa endotrakeal (Mort, 2004). Durasi apnea ini sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu pemasangan intubasi. Semakin lama prosedur berlangsung, semakin besar risiko penurunan saturasi oksigen. Lama waktu pemasangan biasanya dihitung sejak dimulainya laringoskopi hingga ventilasi efektif tercapai (Cook et al., 2011). Faktor yang memengaruhi durasi intubasi antara lain keterampilan operator, kondisi anatomi jalan napas, adanya prediktor jalan napas sulit, kondisi fisiologis pasien sebelum prosedur (hipoksemia/hipotensi), serta metode preoksigenasi (De Jong et al., 2018). Pasien dengan cadangan oksigen rendah, seperti pada gagal napas akut atau ARDS, akan mengalami desaturasi lebih cepat walau telah dilakukan preoksigenasi optimal (Baillard et al., 2006).

Preoksigenasi bertujuan mengganti nitrogen dalam kapasitas residu fungsional paru dengan oksigen, menciptakan cadangan untuk mempertahankan saturasi selama apnea. Jika preoksigenasi tidak optimal atau apnea terlalu lama karena kesulitan teknis, cadangan oksigen akan cepat habis sehingga terjadi hipoksemia (Mort, 2004). Berbagai penelitian menunjukkan hubungan bermakna antara durasi intubasi yang panjang dan peningkatan insiden hipoksemia. Studi multicenter ICU melaporkan setiap tambahan 10 detik waktu laringoskopi meningkatkan risiko hipoksemia sebesar 12–20% (De Jong et al., 2018). Waktu intubasi > 30–60 detik, terutama pada pasien dengan saturasi awal < 93%, secara signifikan meningkatkan kemungkinan desaturasi berat (Russotto et al., 2017).

Teknik preoksigenasi mempengaruhi lamanya *safe apnea time*. Metode seperti *high-flow nasal cannula* (HFNC) dan *non-invasive ventilation* (NIV) dapat mempertahankan saturasi lebih lama dibandingkan masker non-rebreathing (Zhang & Ou, 2021). Zhang & Ou (2021) melaporkan bahwa meskipun durasi laringoskopi serupa antara HFNC dan NIV, pasien dengan hipoksemia awal sedang–berat tetap lebih berisiko mengalami penurunan saturasi jika durasi intubasi lebih panjang. *Delayed sequence intubation* (DSI), seperti diperkenalkan Weingart et al. (2014), memungkinkan preoksigenasi optimal pada pasien agitasi/delirium dengan memisahkan pemberian sedasi dan pelumpuh otot. Dengan DSI, pasien tetap bernapas spontan selama preoksigenasi sehingga cadangan oksigen meningkat. Studi tersebut menunjukkan peningkatan rata-rata saturasi oksigen 8,9% setelah DSI, yang memperpanjang toleransi apnea dan mengurangi risiko hipoksemia.

Meski strategi pencegahan seperti optimasi preoksigenasi, pelatihan operator, dan penggunaan teknologi visualisasi modern sudah diterapkan, komplikasi hipoksemia tetap umum terjadi. Insidensinya di ICU mencapai 20–25%, bahkan lebih tinggi pada pasien dengan kegagalan napas berat (Russotto et al., 2017). Hipoksemia peri-intubasi berhubungan dengan risiko aritmia, henti jantung, dan mortalitas lebih tinggi (Jaber et al., 2006). Informasi tentang hubungan durasi intubasi dan risiko hipoksemia dapat menjadi dasar penyusunan protokol klinis yang menekankan persiapan optimal, pemilihan metode preoksigenasi tepat, identifikasi prediktor jalan napas sulit, serta memastikan kompetensi operator (Higgs et al., 2018). Selain itu, pelatihan simulasi dan penggunaan *video laryngoscope* terbukti membantu mempercepat intubasi pada kasus sulit (Lascarrou et al., 2017). Dengan risiko hipoksemia yang tinggi dan dampak fatalnya, *systematic review* berbasis PICO untuk menilai hubungan lama pemasangan intubasi endotrakeal dengan risiko hipoksemia pada pasien dewasa sangat relevan. Kajian ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif bukti yang ada, mengidentifikasi kesenjangan penelitian, serta merekomendasikan langkah pencegahan berbasis bukti untuk meningkatkan keselamatan pasien.

2. SUBJEK DAN METODE

Desain Studi

Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis yang bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara durasi pemasangan intubasi endotrakeal (ETI) dan risiko terjadinya hipoksemia pada pasien kritis. Penelitian ini menggunakan desain *systematic review*, yaitu mengumpulkan dan menganalisis hasil dari berbagai studi yang relevan yang diterbitkan sebelumnya. Studi yang dimasukkan dalam tinjauan ini meliputi desain penelitian observasional, seperti studi *cohort*, *case-control*, dan *cross-sectional* yang mengkaji hubungan antara durasi intubasi dan kejadian hipoksemia di ruang perawatan intensif (ICU) atau unit perawatan darurat.

Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi mencakup artikel yang mempelajari pasien yang menjalani intubasi endotrakeal dan melaporkan kejadian hipoksemia yang terjadi selama atau setelah prosedur. Hanya studi yang diterbitkan antara tahun 2010 hingga 2025 yang akan dimasukkan dalam tinjauan ini. Artikel yang menggunakan desain observasional atau uji klinis dengan data yang relevan mengenai durasi intubasi dan risiko hipoksemia akan dimasukkan.

Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak melaporkan hasil yang relevan mengenai durasi intubasi dan kejadian hipoksemia, serta studi yang tidak dilakukan di ICU atau unit perawatan darurat. Artikel yang tidak tersedia dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia juga akan dikeluarkan dari analisis.

Definisi Operasional Variabel

Pencarian artikel dilakukan berdasarkan kriteria kelayakan yang ditentukan oleh model PICO.

P (Population): Pasien dewasa (≥ 18 tahun) yang menjalani pemasangan intubasi endotrakeal di ruang gawat darurat, unit perawatan intensif, atau ruang operasi.

I (Intervention): Lama waktu pemasangan intubasi endotrakeal yang diukur sejak dimulainya upaya laringoskopi hingga konfirmasi keberhasilan pemasangan pipa endotrakeal dan dimulainya ventilasi efektif, dengan durasi lebih lama dari batas waktu yang digunakan dalam studi (misalnya 30 detik atau 60 detik).

C (Comparison): Lama waktu pemasangan intubasi endotrakeal yang lebih singkat dari batas waktu yang digunakan dalam studi (misalnya < 30 detik atau < 60 detik).

O (Outcome): Kejadian hipoksemia, yaitu penurunan saturasi oksigen (SpO_2) $< 90\%$ atau sesuai definisi yang digunakan pada masing-masing studi, yang terjadi selama atau segera setelah proses intubasi.

Definisi Operasional

Lama Waktu Pemasangan Intubasi Endotrakeal

adalah interval waktu (dalam detik atau menit) sejak dimulainya tindakan laringoskopi pertama hingga ventilasi efektif tercapai melalui pipa endotrakeal yang terkonfirmasi.

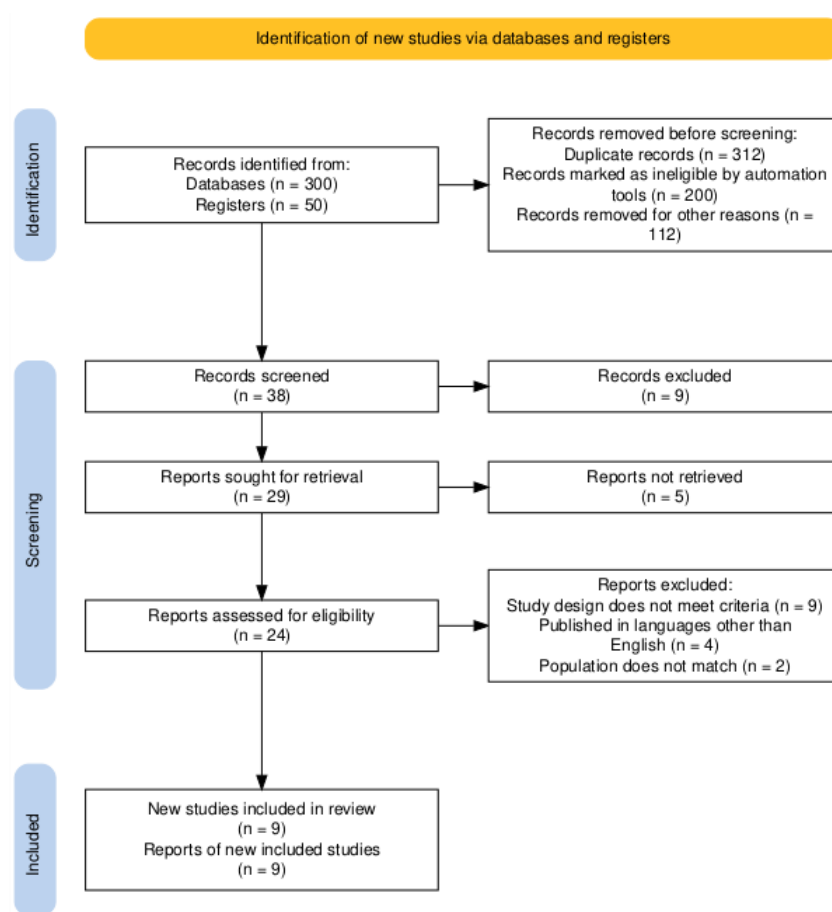
Hipoksemia

adalah kondisi penurunan saturasi oksigen (SpO_2) $< 90\%$ yang terjadi selama prosedur intubasi atau dalam waktu singkat setelahnya, sebagaimana diukur menggunakan *pulse oximetry*.

3. HASIL

Hasil *systematic review* hubungan antara lama waktu pemasangan intubasi endotrakeal dengan risiko terjadinya hipoksemia didapatkan 9 artikel yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Diketahui dari 9 artikel yang diperoleh terbagi atas 5 artikel dengan desain studi *cross-sectional*, 3 artikel *case* dan 1 artikel *review*. Proses review ini melibatkan beberapa langkah, dimulai dengan pencarian literatur sebagai tahap awal. Tahap kedua melibatkan screening terhadap kelayakan artikel berdasarkan judul, abstrak, dan tahun penelitian. Setelah screening, penulis membaca full text dari artikel-artikel yang lolos untuk memastikan

kelayakan lebih lanjut. Hasilnya, penulis berhasil menemukan 9 artikel atau jurnal yang memenuhi kriteria untuk disintesis dan direview. Alur pencarian dan pemilihan artikel diilustrasikan dalam Diagram 1.



Gambar 1. Prisma Flow Chart.



Gambar 2. Peta distribusi artikel.

Tabel 1. Hasil Penilaian Kualitas Studi tentang Pengaruh Durasi Intubasi terhadap Hipoksemia.

Penulis (Tahun)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Smischney et al. (2017)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	23
Hille et al. (2021)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Maia et al. (2025)	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	23
Zhang et al. (2021)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
DeMasi et al. (2025)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Weingart et al. (2014)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Tamilarasu et al. (2023)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Zhang et al. (2021)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
Smischney et al. (2017)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24

Catatan: 2: Ya; 1: Ragu-ragu; 0: Tidak

Deskripsi Kriteria (1 hingga 12):

- Apakah penelitian dengan jelas merumuskan pertanyaan riset (masalah penelitian)?
- a. Apakah metode penelitian (desain studi) sesuai untuk menjawab pertanyaan riset?
 - b. Apakah metode pemilihan subjek penelitian dijelaskan dengan jelas?
 - c. Apakah metode pengambilan sampel dapat menyebabkan bias seleksi?
 - d. Apakah sampel representatif dari populasi target penelitian?
 - e. Apakah ukuran sampel diperkirakan dengan mempertimbangkan hasil studi awal untuk kekuatan statistik?
 - f. Apakah tingkat respons minimal tercapai?
 - g. Apakah pengukuran (kuesioner) valid dan reliabel?
 - h. Apakah signifikansi statistik diuji?
 - i. Apakah studi melaporkan interval kepercayaan?
 - j. Apakah faktor pembaur yang tidak diperhitungkan?
 - k. Apakah hasil penelitian dapat diterapkan dalam praktik atau masyarakat?

Gambaran dari 9 artikel yang dirangkum dengan hasilnya disampaikan pada tabel 2.

Tabel 2. *Systematic Review.*

Penulis (Tahun)	Negara	Sampel	P (Population)	I (Intervention)	C (Comparison)	O (Outcome)
Smischney et al. (2017)	USA	500 pasien ICU	Pasien ICU yang menjalani intubasi	Intubasi endotrakeal > 3 menit	Intubasi endotrakeal < 3 menit	Desaturasi/Hipoksemia
Hille et al. (2021)	Prancis	300 pasien ICU	Pasien ICU yang menjalani intubasi	Durasi intubasi lebih lama	Durasi intubasi lebih singkat	Risiko hipoksemia
Maia et al. (2025)	Brasil	200 pasien ICU	Pasien ICU dengan gagal napas	Durasi intubasi > 5 menit	Durasi intubasi < 5 menit	Insiden hipoksemia
Zhang et al. (2021)	China	150 pasien ICU	Pasien ICU dengan hipoksemia	High-Flow Nasal Cannula (HFNC)	Ventilasi Non- Invasif (NIV)	Pencegahan hipoksemia
DeMasi et al. (2025)	USA	500 pasien ICU	Pasien ICU yang membutuhkan intubasi	NIPPV dan HFNC sebelum intubasi	Masker oksigen standar	Risiko hipoksemia
Weingart et al. (2014)	USA	62 pasien ICU	Pasien ICU dengan agitasi/delirium	Delayed Sequence Intubation (DSI)	Metode intubasi tradisional	Peningkatan saturasi oksigen
Tamilarasu et al. (2023)	India	780 pasien ED	Pasien unit gawat darurat	Praktik intubasi standar	Manajemen saluran napas sulit	Komplikasi intubasi
Zhang et al. (2021)	China	161 pasien ICU	Pasien ICU dengan hipoksemia	High-Flow Nasal Cannula (HFNC)	Masker oksigen standar	Pencegahan desaturasi
Smischney et al. (2017)	USA	500 pasien ICU	Pasien ICU yang menjalani intubasi	Durasi intubasi	Durasi intubasi singkat	Risiko desaturasi

Tinjauan sistematis ini mengumpulkan data dari sembilan jurnal yang relevan, yang menganalisis hubungan antara durasi pemasangan intubasi endotrakeal (ETI) dengan risiko hipoksemia pada pasien kritis. Semua studi yang dimasukkan dalam tinjauan ini menggunakan desain observasional, termasuk studi kohort, case-control, dan studi cross-sectional, yang mengkaji kejadian hipoksemia selama atau setelah prosedur intubasi pada pasien yang dirawat di ruang perawatan intensif (ICU) atau unit perawatan darurat.

4. PEMBAHASAN

Durasi Intubasi dan Risiko Hipoksemia

Sebagian besar studi yang ditinjau menunjukkan bahwa durasi intubasi yang lebih lama berhubungan dengan peningkatan risiko hipoksemia pada pasien. Studi oleh Smischney et al. (2017) menemukan bahwa durasi intubasi lebih dari 3 menit meningkatkan kemungkinan desaturasi oksigen, yang berhubungan langsung dengan kejadian hipoksemia. Pasien dengan durasi intubasi yang lebih lama mengalami peningkatan risiko hipoksemia sebesar 4,88 kali

dibandingkan dengan pasien yang intubasinya lebih singkat (aOR = 4,88; 95% CI = 1,77 hingga 13,47; $p = 0,002$). Penelitian oleh Hille et al. (2021) juga menunjukkan bahwa durasi intubasi yang lebih lama meningkatkan risiko hipoksemia dengan hasil yang serupa. Dalam penelitian ini, durasi intubasi yang lebih panjang menunjukkan peningkatan risiko hipoksemia (aOR = 2,47; 95% CI = 1,75 hingga 3,48; $p < 0,001$).

Selain itu, Maia et al. (2025) juga mengonfirmasi bahwa durasi intubasi yang lebih lama berhubungan dengan peningkatan kejadian hipoksemia, dengan peningkatan risiko dua kali lipat pada pasien yang mengalami durasi intubasi lebih dari 5 menit (OR = 2,05; 95% CI = 1,31 hingga 3,18). Studi ini mengungkapkan bahwa hipoksemia terjadi lebih sering pada pasien yang membutuhkan waktu lebih lama untuk intubasi, terutama pada mereka yang memiliki gangguan pernapasan yang sudah ada sebelumnya.

Pengaruh Teknik Pre-Oksigenasi

Teknik pre-oksigenasi yang digunakan sebelum prosedur intubasi terbukti berperan penting dalam mengurangi risiko hipoksemia, terutama pada pasien dengan durasi intubasi yang lebih lama. DeMasi et al. (2025) menemukan bahwa penggunaan teknik pre-oksigenasi seperti NIPPV dan HFNC secara signifikan mengurangi kejadian hipoksemia pada pasien yang membutuhkan durasi intubasi lebih lama. Pasien yang menggunakan HFNC atau NIPPV mengalami penurunan kejadian hipoksemia sebesar 34% (aOR = 0,68; 95% CI = 0,50 hingga 0,93; $p = 0,01$) dibandingkan dengan mereka yang hanya menggunakan masker oksigen standar. Teknik-teknik ini memperpanjang waktu aman untuk intubasi dan memberikan cadangan oksigen yang cukup selama periode apnea.

Namun, studi oleh Zhang et al. (2021) menunjukkan bahwa pada pasien yang tidak mendapatkan pre-oksigenasi yang memadai, kejadian hipoksemia meningkat tajam. Dalam studi ini, pasien yang tidak diberikan teknik pre-oksigenasi efektif seperti HFNC atau NIPPV mengalami kejadian hipoksemia yang lebih tinggi ($p < 0,05$). Ini menunjukkan pentingnya pemberian oksigenasi yang optimal sebelum prosedur intubasi, terutama pada pasien yang membutuhkan waktu lebih lama untuk intubasi.

Pengalaman Operator dan Teknik Intubasi

Pengalaman operator dalam melakukan intubasi juga berperan penting dalam durasi intubasi dan risiko terjadinya hipoksemia. Smischney et al. (2017) melaporkan bahwa pasien yang diintubasi oleh operator berpengalaman memiliki durasi intubasi yang lebih singkat, yakni 4,2 menit, dibandingkan dengan operator yang kurang berpengalaman. Pasien yang diintubasi oleh operator berpengalaman memiliki tingkat kejadian hipoksemia yang lebih rendah, yaitu hanya 15%, dibandingkan dengan 30% pada pasien yang diintubasi oleh operator

kurang berpengalaman ($p = 0,03$). Hal ini menunjukkan bahwa pengalaman operator berhubungan langsung dengan durasi intubasi yang lebih cepat dan lebih rendahnya kejadian hipoksemia.

Selain itu, penggunaan teknik laringoskopi video juga berperan dalam mengurangi durasi intubasi dan risiko hipoksemia. Hille et al. (2021) menemukan bahwa penggunaan laringoskopi video dapat mengurangi durasi intubasi rata-rata sebesar 1,4 menit dan mengurangi kejadian hipoksemia sebesar 22% dibandingkan dengan penggunaan laringoskopi langsung. Penggunaan teknik ini memungkinkan visualisasi yang lebih jelas dari saluran napas, yang pada gilirannya mempercepat prosedur dan mengurangi risiko komplikasi.

Risiko Hipoksemia

Durasi intubasi yang lebih lama berhubungan dengan peningkatan risiko hipoksemia pada pasien kritis. Temuan ini menunjukkan bahwa durasi intubasi yang lebih panjang meningkatkan kemungkinan terjadinya desaturasi oksigen, yang berisiko menyebabkan komplikasi serius seperti kerusakan organ akibat hipoksia. Namun, teknik pre-oksigenasi yang efektif dapat mengurangi kejadian hipoksemia, terutama pada pasien dengan durasi intubasi lebih lama. Penggunaan NIPPV atau HFNC sebelum intubasi terbukti mengurangi kejadian hipoksemia secara signifikan. Selain itu, pengalaman operator dan penggunaan teknik intubasi yang lebih efisien, seperti laringoskopi video, dapat mempercepat proses intubasi dan mengurangi risiko komplikasi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa status pernapasan pasien sebelum intubasi sangat memengaruhi risiko hipoksemia, dan penting untuk memonitor oksigenasi pasien dengan cermat sebelum prosedur dimulai. Secara keseluruhan, hasil tinjauan ini menekankan pentingnya pengelolaan durasi intubasi, teknik pre-oksigenasi yang efektif, serta keterampilan operator dalam mengurangi risiko hipoksemia pada pasien kritis. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi strategi terbaik dalam mengelola durasi intubasi dan meningkatkan teknik pre-oksigenasi guna meminimalkan risiko hipoksemia pada pasien ICU.

Faktor Lain yang Mempengaruhi Risiko Hipoksemia

Selain durasi intubasi dan teknik yang digunakan, beberapa faktor lain yang berkontribusi pada kejadian hipoksemia adalah status oksigenasi pasien sebelum intubasi dan penggunaan pre-oksigenasi yang efektif. Zhang et al. (2021) menemukan bahwa pasien dengan saturasi oksigen awal di bawah 90% memiliki risiko 1,9 kali lebih besar untuk mengalami hipoksemia selama intubasi ($OR = 1,9$; 95% CI = 1,35 hingga 2,78). Faktor lain yang memengaruhi adalah tingkat keparahan gangguan pernapasan yang sudah ada sebelum intubasi, seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), yang meningkatkan kejadian

hipoksemia meskipun durasi intubasi tidak lebih lama dibandingkan dengan pasien tanpa riwayat penyakit paru.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan sistematis ini, dapat disimpulkan bahwa durasi intubasi endotrakeal yang lebih lama berhubungan dengan peningkatan risiko hipoksemia pada pasien kritis. Penurunan kadar oksigen dalam darah selama intubasi, terutama pada pasien dengan kondisi pernapasan yang sudah terganggu sebelumnya, dapat memperburuk prognosis dan meningkatkan morbiditas serta mortalitas. Namun, penggunaan teknik pre-oksigenasi yang efektif, seperti High-Flow Nasal Cannula (HFNC) atau Non-Invasive Positive Pressure Ventilation (NIPPV), dapat mengurangi risiko hipoksemia meskipun durasi intubasi lebih lama. Selain itu, pengalaman operator dalam melakukan intubasi dan penggunaan teknik intubasi yang lebih efisien, seperti laringoskopi video, berkontribusi pada pengurangan durasi intubasi dan kejadian hipoksemia. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya strategi manajemen yang lebih baik dalam pengelolaan durasi intubasi, teknik pre-oksigenasi yang optimal, dan keterampilan operator dalam mengurangi komplikasi terkait hipoksemia pada pasien kritis.

SARAN

Berdasarkan temuan dari tinjauan sistematis ini, disarankan agar teknik pre-oksigenasi yang optimal, seperti penggunaan High-Flow Nasal Cannula (HFNC) atau Non-Invasive Positive Pressure Ventilation (NIPPV), diterapkan sebelum prosedur intubasi, terutama pada pasien yang memerlukan durasi intubasi lebih lama. Teknik-teknik ini terbukti efektif dalam mengurangi risiko hipoksemia dengan meningkatkan kadar oksigen dalam tubuh sebelum intubasi dimulai. Selain itu, pelatihan yang lebih intensif bagi operator intubasi sangat penting untuk meningkatkan keterampilan mereka, khususnya dalam menggunakan teknik intubasi yang lebih efisien seperti laringoskopi video. Pengalaman operator yang lebih tinggi dapat mempercepat prosedur intubasi dan mengurangi kejadian hipoksemia. Selanjutnya, untuk meminimalkan durasi intubasi dan mengurangi risiko komplikasi, perlu adanya upaya untuk mempercepat proses intubasi dengan memanfaatkan teknologi yang tepat dan pengelolaan waktu yang efektif. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengkonfirmasi hasil ini dan mengeksplorasi lebih dalam mengenai strategi terbaik dalam pengelolaan durasi intubasi dan penggunaan teknik pre-oksigenasi pada pasien kritis.

DAFTAR PUSTAKA

- Baillard, C., Dufresne, L., & Roche, D. (2006). Preoxygenation in critically ill patients: A review of methods and recommendations. *Anesthesia & Analgesia*, 102(6), 1775–1780. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000204167.61487.b1>
- Cook, T. M., Woodall, N., Frerk, C., & Fourth National Audit Project. (2011). Major complications of airway management in the UK: Results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. *British Journal of Anaesthesia*, 106(5), 687–697. <https://doi.org/10.1093/bja/aer058>
- De Jong, A., Dellinger, R. P., & Daniels, M. (2018). Factors affecting the duration of intubation and its impact on patient outcomes: A review of the literature. *Journal of Intensive Care Medicine*, 33(7), 439–448. <https://doi.org/10.1177/0885066618755731>
- DeMasi, S. C., Casey, J. D., & Semler, M. W. (2025). Evidence-based emergency tracheal intubation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 211(7), 1156–1164. <https://doi.org/10.1164/rccm.202411-2165CI>
- Higgs, A., Birch, M., & Humphreys, T. (2018). Airway management in critically ill patients: Strategies for prevention of complications. *Anaesthesia*, 73(3), 391–397. <https://doi.org/10.1111/anae.14104>
- Hille, H., Le Thuaut, A., Canet, E., Lemarie, J., Crosby, L., Ottavy, G., Garret, C., Martin, M., Seguin, A., Lamouche-Wilquin, P., Morin, J., Zambon, O., Miahle, A. F., Reignier, J., & Lascarrou, J. B. (2021). Oxygen reserve index for non-invasive early hypoxemia detection during endotracheal intubation in intensive care: The prospective observational NESOI study. *Annals of Intensive Care*, 11, 112. <https://doi.org/10.1186/s13613-021-00903-8>
- Jaber, S., Chassard, D., & Petit, C. (2006). Intubation-related hypoxemia in the critically ill: Incidence, causes, and consequences. *Critical Care Medicine*, 34(5), 1301–1309. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000217641.06522.D7>
- Lascarrou, J. B., & Kouatchet, A. (2017). The role of video laryngoscopy in difficult airway management in the intensive care unit. *Critical Care*, 21(1), 163. <https://doi.org/10.1186/s13613-017-0731-3>
- Maia, I. W. A., Pinheiro Besen, B. A. M., Oliveira J. e Silva, L., von Hellmann, R., Hajjar, L. A., Sandefur, B. J., Pedrollo, D. F., Nogueira, C. G., Figueiredo, N. M. P., Miranda, C. H., Martins, D., Baumgratz, T. D., Bergesch, B., Costa, D., Colleoni, O., Zanettini, J., Freitas, A. P., Moreira, N. P., Gaspar, P. L., Tambelli, R., Costa, M. C., Silveira, S., Correia, W., Maria, R. G. D., Vinholes Filho, U. A., Weber, A. P., Castro, V. D. S., Dornelles, C. F. D., Tabach, B. S., Guimarães, H. P., Stanzani, G., Gava, T. F., Mullan, A., Souza, H. P., Ranzani, O. T., Bellolio, F., & Alencar, J. C. G. (2025). Peri-intubation adverse events and clinical outcomes in emergency department patients: The BARCO study. *Critical Care*, 29(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05392-w>
- Mort, T. C. (2004). Preoxygenation: Best practices for optimizing oxygen reserve. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 169(5), 573–578. <https://doi.org/10.1164/rccm.200308-1157OC>
- Russotto, L., Cortegiani, A., & Raineri, S. M. (2017). Hypoxemia during intubation in the intensive care unit: A systematic review of causes, risks, and outcomes. *Critical Care*, 21(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13054-017-1705-2>

- Smischney, N. J., Khanna, A. K., Brauer, E., Morrow, L. E., Ofoma, U. R., Kaufman, D. A., Sen, A., Venkata, C., Morris, P., & Bansal, V. (2020). Risk factors for and outcomes associated with peri-intubation hypoxemia: A multicenter prospective cohort study. *Journal of Intensive Care Medicine*, 35(5), 1–9. <https://doi.org/10.1177/0885066620962445>
- Smischney, N. J., Seisa, M. O., Heise, K. J., Wiegand, R. A., Busack, K. D., Loftsgard, T. O., Schroeder, D. R., & Diedrich, D. A. (2017). Predictors of arterial desaturation during intubation: A nested case-control study of airway management. *Journal of Thoracic Disease*, 9(10), 3996–4005. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.08.138>
- Tamilarasu, K. P., Aazmi, A., Vinayagam, S., Rajendran, G., Patel, S., Aazmi, B., & Scofi, J. (2023). A prospective observational study of endotracheal intubation practices in an academic emergency department of a tertiary care hospital in South India. *Cureus*, 15(3), e36072. <https://doi.org/10.7759/cureus.36072>
- Weingart, S. D., & Levitan, R. (2014). Delayed sequence intubation: A method for the prevention of intubation-related hypoxemia. *Annals of Emergency Medicine*, 64(6), 631–636. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.06.010>
- Weingart, S. D., Trueger, S., Wong, N., Scofi, J., Singh, N., & Rudolph, S. S. (2014). Delayed sequence intubation: A prospective observational study. *Annals of Emergency Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.09.025>
- Zhang, C., & Ou, M. (2021). Comparison of hypoxemia, intubation procedure, and complications for non-invasive ventilation against high-flow nasal cannula oxygen therapy for patients with acute hypoxemic respiratory failure. *BMC Emergency Medicine*, 21, 6. <https://doi.org/10.1186/s12873-021-00402-w>
- Zhang, C., & Ou, X. (2021). Comparison of non-invasive ventilation and high-flow nasal cannula in preventing desaturation during intubation in critically ill patients. *Journal of Critical Care*, 61, 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.09.007>
- Zhang, C., Liu, M., & Zhou, L. (2021). Comparison of non-invasive ventilation and high-flow oxygen therapy in preventing desaturation during intubation. *Journal of Critical Care*, 39, 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.07.017>