



Hubungan Intensitas Fisioterapi Respirasi dengan Lama Pemakaian Ventilator Mekanik Pada Pasien ICU Dewasa: Tinjauan Sistematis

Aisyah Mulya Zhafirah^{1*}, Agustina Br Haloho²

1. Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia
2. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*penulis korespondensi

DOI : 10.55497/majanestrcicar.v44i2.460

ABSTRAK

Fisioterapi respirasi berperan penting dalam pemulihan pasien ICU dengan ventilasi mekanik, namun pengaruh intensitas terhadap lama pemakaian ventilator masih belum jelas akibat kurangnya perhatian pada aspek dosis-respons. Tinjauan sistematis ini bertujuan menilai hubungan intensitas fisioterapi respirasi dengan lama pemakaian ventilator mekanik pada pasien dewasa di ICU.

Tinjauan disusun mengikuti PRISMA 2020 dengan penelusuran literatur pada *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Europe PMC*. Studi yang diinklusi adalah RCT dan uji klinis pada pasien dewasa ventilasi mekanik invasif di ICU dengan intervensi fisioterapi respirasi yang melaporkan informasi intensitas (frekuensi, durasi, atau dosis) dan luaran berupa lama ventilasi dan/atau *ventilator-free days*. Risiko bias dinilai menggunakan Cochrane RoB 2 dan NOS. Empat RCT memenuhi kriteria inklusi. *High-intensity inspiratory muscle training* (IMT) sekali sehari meningkatkan kualitas hidup namun tidak memengaruhi durasi ventilasi. Fisioterapi pada pasien COVID-19 meningkatkan kelangsungan hidup 90 hari tanpa memperbaiki *ventilator-free days*. *Continuous high-frequency oscillation* 3–4 sesi/hari menurunkan jaringan paru non-aerasi dan meningkatkan *ventilator-free days*. *Threshold* IMT intensif memperpendek *weaning days* dibanding fisioterapi konvensional. Tinjauan literatur ini menemukan bahwa intensitas fisioterapi respirasi berhubungan dengan lama pemakaian ventilator mekanik. Pemberian intensitas yang lebih tinggi (≥ 3 sesi/hari atau *threshold loading*) cenderung memperpendek durasi *weaning* dan meningkatkan *ventilator-free days* dibandingkan intensitas rendah. Diperlukan uji klinis multisenter dengan definisi intensitas terstandar untuk menetapkan dosis optimal.

Kata Kunci: fisioterapi respirasi, intensitas, ICU, ventilator mekanik, *weaning*



The Relationship Between Respiratory Physiotherapy Intensity and Duration of Mechanical Ventilation in Adult ICU Patients: A Systematic Review

Aisyah Mulya Zhafirah^{1*}, Agustina Br Haloho²

1. Medical Doctor Profession Program, Faculty of Medicine, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.
2. Department of Anesthesiology and Intensive Therapy, Faculty of Medicine, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

*corresponding author

DOI : 10.55497/majanestcricar.v44i2.460

ABSTRACT

Respiratory physiotherapy plays an important role in the recovery of mechanically ventilated ICU patients; however, the effect of its intensity on the duration of mechanical ventilation remains unclear due to limited attention paid to dose-response considerations. This systematic review aimed to assess the relationship between respiratory physiotherapy intensity and the duration of mechanical ventilation in adult ICU patients. This review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines, with literature searches performed on PubMed, ScienceDirect, and Europe PMC. Eligible studies were randomized controlled trials (RCTs) and clinical trials involving adult patients undergoing invasive mechanical ventilation in the ICU, with respiratory physiotherapy interventions reporting intensity-related information (frequency, duration, or dose) and outcomes related to ventilation duration and/or ventilator-free days. Risk of bias was assessed using the Cochrane RoB 2 and NOS. Four RCTs met the inclusion criteria. Once-daily high-intensity inspiratory muscle training (IMT) improved quality of life but did not affect ventilation duration. Physiotherapy in COVID-19 patients improved 90-day survival without improving ventilator-free days. Continuous high-frequency oscillation administered 3–4 times daily reduced non-aerated lung tissue and increased ventilator-free days. Intensive threshold IMT shortened weaning days compared with conventional physiotherapy. This review found that the intensity of respiratory physical therapy is associated with the duration of mechanical ventilation. Higher-intensity therapy (≥ 3 sessions/day or threshold loading) tends to shorten the duration of weaning and increase the number of ventilator-free days compared to low-intensity therapy. Multicenter clinical trials with standardized definitions of intensity are needed to determine the optimal dosage.

Keywords: ICU, intensity, mechanical ventilation, respiratory physiotherapy, weaning

PENDAHULUAN

Ventilator mekanik merupakan salah satu modalitas terapi penunjang utama pada pasien kritis di *Intensive Care Unit* (ICU). Penggunaan alat ini terbukti dapat menyelamatkan nyawa, namun penggunaan jangka panjang sering kali menimbulkan komplikasi seperti *ventilator-associated pneumonia* (VAP), kelemahan otot pernapasan, peningkatan lama rawat inap, hingga mortalitas.¹ Oleh karena itu, strategi untuk memperpendek lama penggunaan ventilator mekanik menjadi fokus penting dalam manajemen pasien kritis. Salah satu intervensi yang berperan dalam hal ini adalah fisioterapi respirasi yang bertujuan mengoptimalkan fungsi paru, meningkatkan pertukaran gas, mencegah atelektasis, serta memfasilitasi proses *weaning* dari ventilator. Fisioterapi respirasi mencakup berbagai teknik seperti batuk efektif, vibrasi, *chest physiotherapy*, hingga mobilisasi dini. Intervensi ini terbukti dapat memperbaiki mekanika pernapasan, mengurangi akumulasi sekret jalan napas, serta mendukung ekstubasi lebih cepat.²

Intensitas fisioterapi respirasi yang ditentukan oleh frekuensi, durasi, dan variasi modalitas terapi diduga berhubungan erat dengan lama pemakaian ventilator mekanik.² Beberapa studi menunjukkan bahwa mobilisasi dini dan fisioterapi respirasi intensif mampu mempercepat pemulihan fungsi pernapasan pada pasien ICU, sedangkan intensitas terapi respirasi yang rendah dikaitkan dengan peningkatan durasi ventilasi mekanik dan risiko komplikasi.^{3,4} Namun, hasil penelitian masih inkonsisten akibat heterogenitas populasi, variasi metodologi, dan perbedaan standar intervensi antar pusat layanan kesehatan.⁴ Berdasarkan kondisi tersebut, timbul pertanyaan sejauh mana intensitas fisioterapi respirasi berpengaruh terhadap lama pemakaian ventilator mekanik pada pasien dewasa di ICU. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada jenis intervensi tanpa mempertimbangkan dosis atau intensitasnya, padahal dua pasien dengan modalitas fisioterapi yang sama namun frekuensi dan durasi berbeda dapat menghasilkan luaran klinis yang berbeda.

Gap ini menjadi penting karena tanpa pemahaman tentang hubungan dosis-respons

antara intensitas fisioterapi dan durasi ventilasi, klinisi tidak memiliki dasar yang cukup untuk menetapkan protokol fisioterapi yang optimal di ICU. Tinjauan sistematis ini dirancang untuk mengisi gap tersebut dengan secara khusus menilai hubungan antara intensitas fisioterapi respirasi dengan lama pemakaian ventilator mekanik pada pasien dewasa di ICU. Hasil tinjauan sistematis ini diharapkan dapat memberikan bukti ilmiah yang lebih kuat, menjadi dasar praktik klinis berbasis bukti, serta acuan dalam penyusunan protokol fisioterapi respirasi di unit perawatan intensif.

METODE PENELITIAN

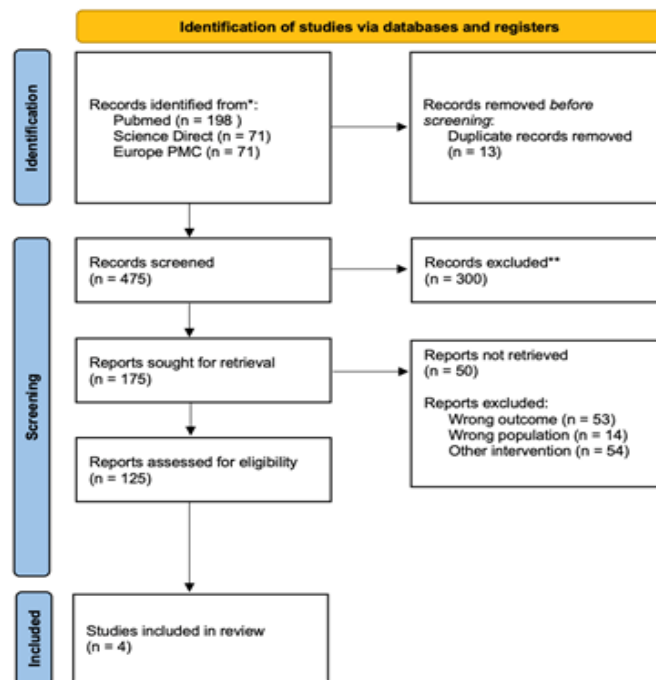
Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis menggunakan data sekunder yang disusun berdasarkan *PRISMA 2020 Guidelines*. Pencarian literatur dilakukan pada tiga basis data elektronik, yaitu *PubMed*, *ScienceDirect*, dan *Europe PMC*, dengan rentang publikasi lima tahun terakhir. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi ("*respiratory physiotherapy*") AND ("*intensity*" OR "*treatment frequency*") AND ("*mechanical ventilation*" OR "*ventilator weaning*" OR "*ventilation duration*") AND ("*adult*" OR "*critically ill*" OR "*ICU*" OR "*intensive care unit*") yang disesuaikan dengan sintaks masing-masing platform.

Kriteria inklusi meliputi RCT dan uji klinis (*clinical trial*) pada pasien dewasa (≥ 18 tahun) yang terpasang ventilator mekanik invasif di ICU, dengan intervensi fisioterapi respirasi yang mencakup informasi intensitas berupa frekuensi, durasi, atau dosis sesi. Luaran utama yang disyaratkan adalah lama pemakaian ventilator mekanik dan/atau *ventilator-free days* (VFD). Studi dieksklusi apabila menggunakan desain literatur sekunder, melibatkan populasi anak atau non-ICU, mengevaluasi ventilasi non-invasif, atau tidak melaporkan luaran maupun informasi intensitas intervensi secara lengkap.

Hasil pencarian dari ketiga database digabungkan dan dideduplikasi sebelum dilakukan skrining judul, abstrak, dan teks lengkap. Data yang diekstraksi meliputi nama penulis, tahun publikasi, desain studi, jumlah sampel, dan luaran terkait durasi ventilator. Dalam tinjauan ini, intensitas fisioterapi respirasi didefinisikan secara operasional sebagai dosis intervensi yang

mencakup frekuensi sesi per hari, durasi per sesi, dan/atau beban latihan yang ditetapkan dalam protokol studi. Mengingat heterogenitas modalitas intervensi antar studi, perbandingan

intensitas dilakukan secara deskriptif berdasarkan informasi yang dilaporkan masing-masing studi, tanpa melakukan pooling kuantitatif. Alur seleksi studi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pencarian Berdasarkan PRISMA 2020

Analisis risiko bias dilakukan menggunakan instrumen yang disesuaikan dengan desain penelitian. Untuk studi observasional digunakan *Newcastle Ottawa Scale* (NOS) yang mengevaluasi tiga domain utama, yaitu seleksi, komparabilitas, dan paparan, dengan skor maksimum sembilan bintang. Sementara itu, untuk uji klinis acak terkontrol digunakan *Cochrane Risk of Bias 2* (RoB 2), yang menilai lima domain meliputi proses randomisasi,

deviasi dari intervensi yang direncanakan, data luaran yang hilang, pengukuran luaran, serta seleksi pelaporan hasil. Hasil penilaian risiko bias didapatkan seperti pada Tabel 1. Seluruh artikel yang memenuhi kriteria inklusi kemudian disintesis menggunakan pendekatan *systematic literature review*, yaitu dengan mengidentifikasi, mengkaji, dan mengevaluasi penelitian yang relevan secara sistematis sesuai fokus topik.

Tabel 1. Kualitas studi

Penulis	Desain Studi	Alat Penilaian	Kualitas
Bissett et al. ⁵	<i>R a n d o m i z e d controlled trial</i>	Cochrane RoB 2	<i>Low Risk</i>
Privitera et al. ⁶	Observasional retrospektif	<i>Newcastle Ottawa Scale</i> (NOS)	Sangat baik
Hu et al. ⁷	<i>Multicenter RCT, single-blind</i>	Cochrane RoB 2	<i>Low Risk</i>
Abdeen, et al. ⁸	<i>R a n d o m i z e d controlled trial</i>	Cochrane RoB 2	<i>Some Concerns</i>

HASIL PENELITIAN

Tinjauan sistematis ini menganalisis empat studi yang memenuhi kriteria inklusi. Dua studi pertama merupakan studi yang secara langsung mengevaluasi hubungan antara fisioterapi respirasi dan lama pemakaian ventilator mekanik sebagai luaran utama, sedangkan dua studi berikutnya melaporkan luaran tersebut

sebagai luaran sekunder namun tetap relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Keempat studi menggunakan desain RCT dengan populasi pasien dewasa yang menjalani ventilasi mekanik invasif di ICU, namun berbeda dalam jenis intervensi, intensitas, dan karakteristik populasi. Hasil yang didapatkan dari keempat studi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis

Penulis	Jenis & Intensitas Fisioterapi	Outcome
Bissett <i>et al.</i> ⁵	<i>High-intensity inspiratory muscle training</i> sehari sekali, menggunakan perangkat <i>mechanical threshold</i>	<ul style="list-style-type: none"> Kualitas hidup: signifikan lebih baik di kelompok training (EQ-5D: peningkatan 17.2 poin; SF-36-PCS: peningkatan 6.97 poin) Dyspnoea: signifikan berkurang hanya pada kelompok training (-1.5 saat istirahat; -1.9 saat training) Durasi ventilasi: tidak ada perbedaan signifikan antara kedua grup <i>Mortalitas in-hospital</i>: Tingkat lebih rendah di grup training (12% vs 24%) namun tidak signifikan secara statistik ($p = 0.23$)
Privitera <i>et al.</i> ⁶	<ul style="list-style-type: none"> Fisioterapi respirasi (mobilisasi dini, latihan pernapasan, manuver higiene jalan napas, teknik peningkatan ekspansi toraks, dan latihan diafragma). Intensitas: 1–2 sesi fisioterapi per hari sesuai toleransi klinis. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Outcome</i> utama adalah VFDs pada 28 hari Fisioterapi respirasi berhubungan dengan peningkatan VFDs, pengurangan durasi ventilasi mekanik, serta tren ke arah mortalitas ICU yang lebih rendah meskipun tidak semua hasil signifikan secara statistik. Tidak dilaporkan efek samping serius dari intervensi fisioterapi.
Hu <i>et al.</i> ⁷	<ul style="list-style-type: none"> Jenis: CHFO (<i>Continuous High-Frequency Oscillation</i>) Intensitas: 3–4 sesi per hari 	<p>Primer</p> <ul style="list-style-type: none"> Perubahan % jaringan paru non-aerasi via CT scan <i>baseline</i> → hari ke-5 CHFO: -51,3% (95% CI -62,7 hingga -40,0) <i>Usual care</i>: -37,6% (95% CI -49,3 hingga -26,0) <i>Mean difference</i>: -13,69% (95% CI -24,86 hingga -2,52; $p = 0,017$) <p>Sekunder</p> <ul style="list-style-type: none"> VFD lebih tinggi pada kelompok CHFO Skor infeksi paru (CPIS) lebih rendah Lama rawat ICU lebih pendek Tidak ada efek samping dilaporkan
Abdeen, <i>et al.</i> ⁸	<ul style="list-style-type: none"> Grup A: <i>Threshold IMT + conventional PT</i>, intensitas maksimal inspirasi yang dapat ditoleransi pasien Grup B: <i>Trigger sensitivity adjustment + conventional PT</i>, tekanan disesuaikan kemampuan inspirasi pasien Grup C: <i>Conventional PT</i> saja (kontrol) Durasi program: hingga <i>weaning</i> berhasil atau maksimal hari ke-10 	<p>Primer</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Weaning days</i> lebih pendek pada kelompok IMT dibandingkan <i>conventional PT</i> ($p = 0,004$) Tidak ada perbedaan signifikan <i>weaning days</i> antara <i>Threshold IMT</i> dan <i>trigger sensitivity</i> ($p > 0,05$) <i>Successful weaning</i>: <i>Threshold IMT</i> 83%, <i>trigger sensitivity</i> 77%, <i>conventional PT</i> 40% <i>Weaning success rate</i> antar kelompok tidak signifikan ($\chi^2 = 3,27$; $p = 0,23$)

Studi pertama merupakan RCT yang melibatkan 70 pasien dewasa ICU *ventilator-dependent*

≥7 hari dengan kriteria seleksi khusus meliputi kondisi sadar, PEEP <15 cmH₂O, dan FiO₂ <0,60,

yang terbagi menjadi kelompok intervensi (n=33) dan kelompok kontrol (n=37). Intervensi berupa *high-intensity inspiratory muscle training* (IMT) sekali sehari menggunakan perangkat *mechanical threshold*. Hasil menunjukkan bahwa IMT meningkatkan kualitas hidup (EQ-5D: +17,2 poin; SF-36-PCS: +6,97 poin) dan menurunkan *dyspnoea* (-1,5 saat istirahat; -1,9 saat *training*), namun tidak berpengaruh signifikan terhadap durasi ventilasi maupun mortalitas *in-hospital* (12% vs 24%; p = 0,23).⁵

Berbeda dengan studi pertama, studi kedua tidak hanya mengevaluasi parameter fungsi respirasi, tetapi juga melaporkan hubungan langsung antara fisioterapi respiratori dengan lama pemakaian ventilator pada 317 pasien dewasa COVID-19 yang dirawat dengan ventilator mekanik. Hasil menunjukkan bahwa kelompok yang menerima fisioterapi memiliki median *ventilator-free days* (VFDs) lebih rendah (18 hari; IQR 10–24) dibandingkan kelompok tanpa fisioterapi (21 hari; IQR 0–26), dengan rasio insiden 0,86 (95% CI 0,78–0,95). Di sisi lain, kelompok fisioterapi menunjukkan kelangsungan hidup 90 hari yang jauh lebih tinggi (96,0% vs 70,6%; HR 0,14; 95% CI 0,03–0,71). Sehingga penulis menyimpulkan bahwa fisioterapi respiratori meningkatkan kelangsungan hidup jangka panjang meskipun tidak berhubungan langsung dengan peningkatan jumlah hari bebas ventilator.⁶

Sementara dua studi sebelumnya berfokus pada IMT dan fisioterapi konvensional, studi ketiga mengevaluasi modalitas yang berbeda, yaitu *Continuous High-Frequency Oscillation* (CHFO), pada 80 pasien dewasa usia 18–80 tahun dengan gangguan kesadaran (GCS ≤8), ventilasi mekanik invasif ≥48 jam, dan atelektasis terkonfirmasi di 11 rumah sakit tersier di China. Pasien diacak 1:1 ke kelompok CHFO dikombinasikan dengan *usual care* sebanyak 3–4 sesi per hari, atau kelompok *usual care* saja. Luaran primer berupa perubahan persentase jaringan paru non-aerasi via CT scan menunjukkan penurunan lebih besar pada kelompok CHFO (-51,3%; 95% CI -62,7 hingga -40,0) dibandingkan *usual care* (-37,6%; 95% CI -49,3 hingga -26,0), dengan *mean difference* -13,69% (95% CI -24,86 hingga -2,52; p = 0,017). Selain itu, kelompok CHFO juga menunjukkan peningkatan *ventilator-free days*, penurunan

skor infeksi paru (CPIS), dan pemendekan lama rawat ICU tanpa efek samping yang dilaporkan.⁷ Sejalan dengan studi ketiga yang menunjukkan manfaat fisioterapi intensif, studi keempat membandingkan tiga modalitas intervensi pada 90 pasien dewasa usia 50–70 tahun dengan *acute respiratory failure* yang menjalani ventilasi mekanik invasif di satu ICU. Pasien diacak ke kelompok *Threshold* IMT dikombinasikan dengan *conventional physical therapy*, *trigger sensitivity adjustment* dikombinasikan dengan *conventional physical therapy*, dan *conventional physical therapy* saja sebagai kontrol. Intensitas *Threshold* IMT ditetapkan pada tekanan inspirasi maksimal yang dapat ditoleransi pasien, dengan intervensi berlangsung hingga *weaning* berhasil atau maksimal hari ke-10. Kelompok *Threshold* IMT menunjukkan *weaning days* yang lebih pendek secara signifikan dibandingkan kelompok *conventional physical therapy* (p = 0,004), namun tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelompok *Threshold* IMT dan *trigger sensitivity* (p > 0,05). *Successful weaning* tercatat pada 83% kelompok *Threshold* IMT, 77% kelompok *trigger sensitivity*, dan 40% kelompok *conventional physical therapy*, meskipun perbedaan *weaning success rate* antar kelompok tidak signifikan secara statistik ($\chi^2 = 3,27$; p = 0,23).⁸

PEMBAHASAN

Tinjauan sistematis ini menemukan bahwa intensitas fisioterapi respirasi berhubungan dengan lama pemakaian ventilator mekanik pada pasien ICU dewasa, namun besaran dan arah hubungan tersebut bervariasi antar studi bergantung pada modalitas, dosis, dan karakteristik populasi. Secara keseluruhan, intervensi dengan intensitas lebih tinggi, terutama yang melibatkan latihan otot inspirasi berbasis *threshold loading* dan fisioterapi multimodal, cenderung menghasilkan durasi ventilasi yang lebih pendek dan *weaning* yang lebih berhasil, sebagaimana ditunjukkan oleh studi ketiga dan keempat dalam tinjauan ini.^{7,8} Sebaliknya, intervensi dengan intensitas rendah atau modalitas tunggal menunjukkan manfaat yang lebih terbatas terhadap luaran ventilasi, meski tetap memberikan perbaikan pada parameter fungsional dan kualitas hidup.^{5,6} Variasi hasil ini dapat dijelaskan secara teoritis

melalui konsep dosis-respons dalam rehabilitasi respirasi. Otot inspirasi, terutama diafragma, bersifat adaptif terhadap beban latihan, analog dengan prinsip latihan kekuatan pada otot rangka. Ventilasi mekanik yang berkepanjangan menyebabkan inaktivitas diafragma yang memicu peningkatan produksi *reactive oxygen species*, mengaktifkan kaskade proteolisis dan depresi sintesis protein, sehingga terjadi atrofi dan disfungsi kontraktif yang dikenal sebagai *ventilator-induced diaphragm dysfunction* (VIDD).⁹ Tanpa stimulus beban yang adekuat melalui fisioterapi, adaptasi neuromuskular ini tidak dapat dipulihkan secara optimal, yang menjelaskan mengapa studi Bissett *et al.* dengan satu sesi IMT per hari tidak menghasilkan perbedaan signifikan pada durasi ventilasi meskipun terdapat perbaikan kualitas hidup.⁵ Temuan ini sejalan dengan prinsip dosis-respons IMT, di mana beban latihan yang tidak mencapai ambang terapeutik tidak akan menghasilkan perubahan fisiologis yang bermakna secara klinis.¹⁰

Mekanisme lain yang menjelaskan hubungan intensitas fisioterapi dengan durasi ventilasi adalah *clearance* sekret dan pencegahan atelektasis. Akumulasi sekret pada jalan napas pasien yang diventilasi menyebabkan peningkatan resistensi saluran napas, gangguan pertukaran gas, dan risiko VAP yang memperpanjang kebutuhan ventilasi.¹¹ Studi ketiga dalam tinjauan ini menunjukkan bahwa CHFO 3 sampai 4 sesi per hari secara signifikan mengurangi jaringan paru non-aerasi (-51,3% vs -37,6%; $p=0,017$), yang mencerminkan perbaikan rekrutmen alveolar secara langsung.⁷ Hal ini mendukung konsep bahwa frekuensi intervensi yang lebih tinggi mempertahankan patensi jalan napas secara lebih konsisten, sehingga beban kerja ventilator dapat dikurangi lebih cepat.^{10,11}

Perbedaan hasil antara populasi COVID-19 pada studi kedua dengan populasi umum ICU pada studi lainnya juga perlu diperhatikan. Pada COVID-19, kerusakan paru bersifat difus dan melibatkan mekanisme inflamasi sistemik yang berbeda dari ARDS konvensional, sehingga respons terhadap fisioterapi respirasi dapat berbeda.⁶ Privitera *et al.* melaporkan peningkatan kelangsungan hidup 90 hari yang signifikan (96,0% vs 70,6%)

meskipun *ventilator-free days* tidak berbeda bermakna. Indikasi mengapa populasi ini dinilai mendapatkan manfaat fisioterapi berkaitan dengan pencegahan komplikasi jangka panjang daripada akselerasi *weaning* secara langsung.⁶ Heterogenitas populasi ini menjadi salah satu sumber utama inkonsistensi antar studi dan perlu diperhitungkan dalam interpretasi hasil tinjauan.

IMT yang intensif dinilai dapat meningkatkan kualitas hidup dan menurunkan dispnea, sejalan dengan temuan dari tinjauan lain yang melaporkan bahwa IMT berbasis *threshold loading* mampu mempertahankan kekuatan otot inspirasi serta meningkatkan kapasitas vital pasca intervensi bedah mayor.^{5,12} Hasil ini konsisten dengan penelitian lain yang melaporkan bahwa fisioterapi respirasi multimodal dan mobilisasi dini yang dimulai lebih awal berhubungan dengan peningkatan *ventilator-free days* serta penurunan komplikasi paru, baik pada populasi umum ICU maupun pasien pasca bedah jantung.^{6,13} Sebaliknya, kombinasi *cycle ergometry* dengan terapi nutrisi pada pasien kritis yang menjalani ventilasi mekanik tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada lama pemakaian ventilator, yang kemungkinan disebabkan oleh ukuran sampel yang kecil, desain pilot, serta heterogenitas klinis populasi yang diteliti.¹⁴

Di masa depan penelitian terstandarisasi dengan desain multisentris diperlukan untuk menetapkan dosis optimal fisioterapi respirasi di ICU. Integrasi teknologi pemantauan seperti *electrical impedance tomography* dan *diaphragm ultrasound* dapat memperkuat evaluasi respons fisiologis secara *real-time* dan memandu titrasi intensitas intervensi secara individual.^{15,16} Pendekatan multimodal yang mengintegrasikan fisioterapi respirasi dengan strategi lain seperti *biofeedback*, optimasi nutrisi, dan ICU *liberation bundle* berpotensi memberikan efek sinergis dalam mempercepat pemulihan.¹⁷ Dengan demikian, fisioterapi respirasi intensif perlu dipandang bukan sekadar terapi tambahan, melainkan bagian integral dari tatalaksana komprehensif pasien kritis di ICU.

SIMPULAN

Tinjauan sistematis ini menyimpulkan bahwa

intensitas fisioterapi respirasi berhubungan dengan lama pemakaian ventilator mekanik pada pasien dewasa di ICU. Tiga dari empat studi yang dianalisis menunjukkan bahwa intervensi dengan intensitas lebih tinggi, seperti *continuous high-frequency oscillation* ≥ 3 sesi per hari, *threshold inspiratory muscle training*, dan fisioterapi multimodal, berhubungan dengan peningkatan *ventilator-free days* dan pemendekan durasi weaning. Sebaliknya, IMT dengan intensitas rendah (sekali sehari) tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap durasi ventilasi. Hal ini menunjukkan bahwa intensitas yang lebih tinggi cenderung memberikan hasil lebih baik melalui penguatan otot inspirasi, perbaikan rekrutmen alveolar, dan pembersihan jalan napas yang lebih optimal. Namun, bukti yang ada masih terbatas dan belum konsisten, sehingga diperlukan uji klinis multisenter dengan definisi intensitas yang terstandar dan luaran primer berupa durasi ventilasi atau *ventilator-free days*, agar fisioterapi respirasi dapat diterapkan sebagai bagian integral tatalaksana ICU dengan intensitas yang disesuaikan secara individual.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Siagian RP, Lubis B, Irina S. Hubungan lama rawat inap dengan lepas dari ventilasi mekanik pada pasien dengan percutaneous dilatation tracheostomy. *Majalah Anestesi & Critical Care* 2025;43(1):20–7; doi: 10.55497/MAJANESTCRICAR.V43I1.365
- Ariyadi B, Meliando R, Faizal M. Pengaruh fisioterapi dada menggunakan teknik clapping dan vibrasi terhadap saturasi oksigen pasien kritis di icu. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional* 2024;6(1):219–26; doi: 10.37287/JPPP.V6I1.2112.
- Yang X, Zhang T, Cao L, Ye L, Song W. Early mobilization for critically ill patients. *Respir Care*. 2023 Jun;68(6):781-795. doi: 10.4187/respcare.10481
- Schreiber AF, Ceriana P, Ambrosino N, Malovini A, Nava S. Physiotherapy and weaning from prolonged mechanical ventilation. *Respir Care*. 2019 Jan;64(1):17-25. doi: 10.4187/respcare.06280
- Bissett BM, Leditschke IA, Neeman T, Green M, Marzano V, Erwin K, et al. Does mechanical threshold inspiratory muscle training promote recovery and improve outcomes in patients who are ventilator-dependent in the intensive care unit? The IMPROVE randomised trial. *Aust Crit Care*. 2023 Jul;36(4):613-21. doi: 10.1016/j.aucc.2022.07.002
- Privitera E, Gambazza S, Rossi V, Santambrogio M, Binda F, Tarello D, et al. Association of ventilator-free days with respiratory physiotherapy in critically ill patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) during the first pandemic wave. A propensity score-weighted analysis. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Sep 12;9:994900. doi: 10.3389/fmed.2022.994900
- Hu Z, Pu X, Tang R, Zhou M, Liu W, Li J, et al.; Chinese ARDS Research Network. Effect of continuous high-frequency oscillation therapy on lung aeration in mechanically ventilated patients with impaired consciousness: a multicenter randomized controlled trial. *Chest*. 2026 Mar;169(3):665-75. doi: 10.1016/j.chest.2025.08.040
- Abdeen HAA, Atef H, Elnahas NG, Khalaf OA, Soliman YMA, Elkorashy RIM, et al. Effects of threshold inspiratory muscle trainer versus trigger sensitivity adjustment versus conventional therapy on respiratory function in mechanically ventilated patients: a randomized controlled trial. *Respir Physiol Neurobiol*. 2025 Oct;337:104469. doi: 10.1016/j.resp.2025.104469
- Powers SK. Ventilator-induced diaphragm dysfunction: phenomenology and mechanism(s) of pathogenesis. *J Physiol*. 2024;602(19):4729–52; doi: 10.1113/JP283860
- Jenkins TO, MacBean V, Poulsen MK, Karbing DS, Rees SE, Patel BV, et al. The metabolic cost of inspiratory muscle training in mechanically ventilated patients in critical care. *Intensive Care Med Exp*. 2023 Jul 7;11(1):41. doi: 10.1186/s40635-023-00522-6
- Cork G, Wade C, Gordon A, Vaughan-France A, Palmer A, Walker K, et al. Airway clearance techniques for the intubated adult: a

- scoping review. *Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Respiratory Care*. 2022;120–39; doi: 10.56792/EAKP7578
12. Mehregan-Far B, Naimi SS, Abedi M, Salemi P, Raeis-Sadat SA, Beheshti-Monfared M, et al. The impact of threshold-loaded inspiratory muscle training and respiratory biofeedback on preserving inspiratory muscle strength and vital capacity after CABG: a randomized clinical trial. *Am J Cardiovasc Dis* 2024;14(6):375–83; doi: 10.62347/JBMU4830
 13. Afxonidis G, Moysidis DV, Papazoglou AS, Tsagkaris C, Loudovikou A, Tagarakis G, et al. Efficacy of early and enhanced respiratory physiotherapy and mobilization after on-pump cardiac surgery: a prospective randomized controlled trial. *Healthcare (Basel)*. 2021;9(12):1735. doi: 10.3390/healthcare9121735
 14. Kagan I, Cohen J, Bendavid I, Kramer S, Mesilati-Stahy R, Glass Y, et al. Effect of combined protein-enriched enteral nutrition and early cycle ergometry in mechanically ventilated critically ill patients-a pilot study. *Nutrients*. 2022;14(8):1589. doi: 10.3390/nu14081589.
 15. Bayat S, Guérin C, Louis B, Terzi N. Lung electrical impedance tomography during positioning, weaning and chest physiotherapy in mechanically ventilated critically ill patients: a narrative review. *Ann Intensive Care*. 2025 Aug 29;15(1):127. doi: 10.1186/s13613-025-01526-z
 16. Marques MR, Pereira JM, Paiva JA, de Casasola-Sánchez GG, Tung-Chen Y. Ultrasonography to access diaphragm dysfunction and predict the success of mechanical ventilation weaning in critical care: a narrative review. *J Ultrasound Med*. 2024 Feb;43(2):223-36. doi: 10.1002/jum.16363
 17. Barr J, Downs B, Ferrell K, Talebian M, Robinson S, Kolodisner L, et al. Improving outcomes in mechanically ventilated adult icu patients following implementation of the icu liberation (abcdef) bundle across a large healthcare system. *Crit Care Explor*. 2024 Jan 19;6(1):e1001. doi: 10.1097/CCE.0000000000001001