

Hubungan Ketebalan Dinding Diafragma Dengan Keberhasilan *Weaning* pada Pasien Kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Muhamad Soleh,* Andriamuri Primaputra Lubis,**
Achsannuddin Hanafie**

*Program Studi Magister Kedokteran Klinis/Program Studi Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara-Rumah Sakit H. Adam Malik, Medan, Indonesia

**Program Studi/Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara-Rumah Sakit Umum H.Adam Malik, Medan, Indonesia

Abstrak

Pendahuluan: Pasien kritis berisiko untuk mengalami gangguan fungsi organ menetap yang dapat memperburuk kondisi klinis pasien. Hal ini menyebabkan pasien dalam kondisi yang dapat mengancam nyawa sehingga membutuhkan perawatan intensif. Pasien yang membutuhkan rawatan di Intensif Care Unit (ICU) sebagian besar membutuhkan ventilasi mekanik. Penggunaan ventilasi mekanik yang berkepanjangan dapat menyebabkan penurunan kemampuan kontraktile diafragma bersamaan dengan terjadinya atrofi otot diafragma. Kondisi ini dikenal dengan istilah Ventilator Induced Diaphragm Dysfunction (VIDD). Disfungsi diafragma tetap menjadi penyebab utama kesulitan atau kegagalan weaning. Pengukuran Ultrasonografi (USG) fungsi diafragma dapat digunakan untuk memprediksi hasil weaning dari ventilasi mekanik.

Metode: Penelitian ini menggunakan studi observasional prospektif dengan metode cross sectional. Total sampel sebanyak 36 pasien kritis yang menggunakan ventilator mekanik di ICU dan direncanakan untuk weaning. Pasien dilakukan pengukuran fraksi ketebalan dinding diafragma dengan menggunakan Ultrasonografi (USG).

Hasil: Pada Fraksi ketebalan diafragma <30% kelompok berhasil weaning sebanyak 3 orang (8,3%) dan gagal weaning sebanyak 7 orang (27,8%), Pada Fraksi ketebalan diafragma > 30% kelompok berhasil weaning 24 orang (66,7%) dan gagal weaning sebanyak 2 orang (5,6%). Rerata fraksi ketebalan diafragma pada kelompok berhasil weaning didapatkan $40,77 \pm 10,12$; sedangkan pada kelompok gagal weaning didapatkan $24,50 \pm 6,89$. Terdapat hubungan ketebalan dinding diafragma sebagai prediktor keberhasilan weaning pada pasien kritis di ICU dengan nilai $p= 0,001$.

Kesimpulan: Pengukuran ketebalan dinding diafragma dengan menggunakan USG dapat digunakan untuk memprediksi keberhasilan weaning pada pasien kritis yang menggunakan ventilator di ICU.

Kata Kunci: Ventilasi Mekanik, USG, Diafragma, Fraksi Ketebalan Diafragma, ICU

The Association of Diaphragm Wall Thickness and Weaning Success in Critical Patients in the ICU of Haji Adam Malik Hospital Medan

Muhamad Soleh, * Andriamuri Primaputra Lubis, **
Achsanuddin Hanafie**

*Study Program of Anesthesiology and Intensive Therapy, Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara, Haji Adam Malik Central General Hospital Medan, Indonesia

**Department of Anesthesiology and Intensive Therapy, Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara, Haji Adam Malik Central General Hospital Medan, Indonesia

Abstract

Introduction: Critically ill patients are at risk of developing persistent organ dysfunction that can deteriorate the patient's clinical outcome. This leads to patients in life-threatening conditions that require intensive care. Patients in the Intensive Care Unit (ICU) mostly require mechanical ventilation. Prolonged mechanical ventilation can cause a decrease in the contractile ability of the diaphragm along with diaphragmatic muscle atrophy. This is known as Ventilator Induced Diaphragm Dysfunction (VIDD). Diaphragm dysfunction remained a major cause of weaning difficulty or failure. Ultrasonography measurement of diaphragm function can be used to predict the outcome of weaning from mechanical ventilation.

Methods: This study used a prospective observational study with a cross-sectional method. The total sample consisted of 36 critical patients on mechanical ventilators in the ICU who were planned for weaning. Patients were measured for diaphragm wall thickness fraction using ultrasonography.

Result: In the diaphragm thickness fraction $<30\%$, the successful weaning group was 3 people (8.3%), and failed weaning as many as seven people (27.8%); in the diaphragm thickness fraction $>30\%$, the successful weaning group was 24 people (66.7%) and failed weaning as many as two people (5.6%). The mean diaphragm thickness fraction in the successful weaning group was 40.77 ± 10.12 , while in the weaning failure group, it was 24.50 ± 6.89 . There is a relationship between diaphragm wall thickness as a predictor of successful weaning in critical patients in the ICU with a p -value = 0.001.

Conclusion: Measurement of diaphragm wall thickness using ultrasonography can be used to predict weaning success in critically ill patients on ventilators in the ICU.

Keywords: Mechanical ventilation, Ultrasonography, Diaphragm Thickness Fraction, ICU

Pendahuluan

Pasien yang sakit kritis berisiko mengalami disfungsi menetap pada satu atau lebih organ yang mengancam jiwa sehingga membutuhkan perawatan yang intensif. Prevalensi pasien kritis di *intensive care unit* (ICU) terus meningkat setiap tahunnya. *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2016 melaporkan bahwa kematian akibat penyakit kritis hingga penyakit kronis di dunia meningkat sebesar 1,1 hingga 7,4 juta orang. Berdasarkan sistem informasi rumah sakit (SIRS) RSUP Haji Adam Malik Medan tahun 2021 didapatkan jumlah pasien yang dirawat di ICU sebanyak 386 pasien, dengan rincian jumlah pasien di ICU instalasi gawat darurat (IGD) sebanyak 112 pasien, ICU dewasa sebanyak 180 pasien dan ICU pascabedah sebanyak 94 pa-

sien. Kriteria pasien berdasarkan diagnosanya adalah sepsis (40%), pneumonia (20%), trauma (15%), *stroke* (10%), *acute respiratory distress syndrome* (ARDS) (7%), luka bakar (5%), dan penyakit lainnya (3%).¹⁻⁴

Pasien yang membutuhkan perawatan ICU rata-rata membutuhkan ventilasi mekanik. Ventilasi mekanik itu sendiri dapat menyebabkan dan mempotensiasi cedera paru. Penggunaan ventilasi mekanik menyebabkan pengurangan besar kekuatan kontraksi diafragma bersamaan dengan atrofi serat otot diafragma yang mempengaruhi tekanan saat proses inspirasi, dan kondisi ini dikenal dengan *ventilator induced diaphragm dysfunction* (VIDD). Prevalensi disfungsi diafragma telah dilaporkan hingga dua kali lipat lebih tinggi daripada prevalensi kelemahan diafragma yang didapat di ICU dan sekitar 80% pada

pasien dengan kelemahan diafragma yang didapat di ICU yang memasuki proses *weaning*. Disfungsi diafragma yang diinduksi ventilator dapat meningkatkan waktu *weaning* dan berhubungan dengan hasil *weaning*, kematian, dan hasil klinis jangka panjang. Pada saat pasien menggunakan ventilasi mekanik harus dilakukan penghentian secara bertahap, jika saat proses penghentian gagal akan menyebabkan kematian pada pasien. Hal ini yang menyebabkan penggunaan ventilasi mekanik akan semakin lama.⁵⁻⁹

Evaluasi *ultrasonografi* (USG) dilihat dari *diaphragmatic thickness* (DT), penilaian ini berguna untuk mengevaluasi hasil ekstubasi. Nilai normal ketebalan dinding diafragma dengan rata-rata 2,7 mm, sedangkan pada pasien yang mengalami kelainan VIDD pada penelitian sebelumnya memiliki ketebalan dinding diafragma dengan rata-rata 1,7 mm dimana mengalami penurunan ketebalan pada dinding diafragma. Disfungsi diafragma didefinisikan dengan nilai ekskursi diafragma <10 mm atau ketebalan fraksi diafragma <30%.¹⁰

Menurut penelitian sebelumnya, parameter USG organ diafragma dapat digunakan sebagai prediktor *weaning*. Penelitian Theerawit tahun 2021 di rumah sakit Rhamathidobi Thailand, didapatkan dari 62 pasien yang menggunakan ventilator mekanik di ICU, pada kelompok yang berhasil *weaning* memiliki parameter USG yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok yang gagal *weaning*. Sensitivitas, spesifisitas, nilai prediksi positif, dan nilai prediktif negatif dari ketebalan diafragma dalam memprediksi keberhasilan *weaning* masing-masing adalah 92, 46, 89, dan 56%.¹¹

Penelitian yang dilakukan Qian, tahun 2018, di *North Sichuan Medical College, Nanchong, China* menggunakan USG dalam menilai diafragma sebagai prediktor *weaning* dari ventilasi mekanik didapatkan hasil dari 436 pasien dinilai ketebalan diafragma, sensitifitas sebesar 85% dan spesifisitas 74%. Tingkat kegagalan dalam *weaning* didapatkan hasil *odds ratio* 8,82% dengan *confidence interval* 3,51 hingga 22,13.¹²

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk meneliti hubungan ketebalan diafragma sebagai prediktor keberhasilan *weaning* pada pasien kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan.

Metode

Penelitian ini menggunakan studi observasional prospektif dengan metode *cross*

sectional. Berdasarkan rumus perhitungan jumlah sampel, total jumlah sampel adalah minimal sebanyak 36 pasien kritis menggunakan ventilator mekanik di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan dan direncanakan untuk *weaning*. Jumlah sampel tersebut dihitung berdasarkan rumus *lameshow* dengan derajat kepercayaan 95% dan penambahan sampel sebanyak 10% (*drop out*) dari hasil yang didapatkan. Pasien dilakukan pengukuran ketebalan dinding diafragma dengan menggunakan USG. Kriteria inklusi yang digunakan adalah pasien kritis di ICU yang menggunakan ventilator kurang dari 1 minggu, berusia 18-60 tahun, hemodinamik stabil tanpa atau dengan dosis minimal noradrenalin 0.05 µg/kg/menit, dan nilai *rapid shallow breathing index* (RSBI) <105. Kriteria eksklusi adalah: pasien dengan gangguan neuromuskuler, pasien dengan asites, indeks massa tubuh (IMT) >40 kg/m², pasien dengan gangguan keseimbangan elektrolit (kalsium, magnesium), dan pasien dengan penggunaan obat agen pelumpuh otot, steroid dosis tinggi, teofilin, serta aminoglikosida.

Ketika pasien sudah siap untuk *weaning*, pasien akan dilepas dari ventilasi mekanik dan dilakukan *spontaneous breathing trial* (SBT) dengan menggunakan *T-piece*. Ketebalan dinding diafragma dinilai dengan menggunakan USG pada saat pasien menggunakan *T-Piece*, *diaphragm thickening fraction* (DTF) dihitung dengan mengurangi *diaphragm thickening* (DT) pada akhir inspirasi dan pada akhir ekspirasi dibagi DT pada akhir ekspirasi x 100 *DTF*: (DT inspirasi – DT ekspirasi) x 100.

Berhasil *weaning* apabila tidak ditemukan: *diaphoresis*, laju pernapasan RR > 30 napas / menit, hemodinamik tidak stabil (laju jantung > 140 kali / menit, tekanan darah sistolik > 160 atau < 90 mmHg atau peningkatan kerja pernapasan) selama 4 jam menggunakan *T-piece*. Pasien gagal *weaning* apabila pasien membutuhkan ventilasi mekanik selama 4 jam menggunakan *T-piece* dan reintubasi dalam 48 jam pasca ekstubasi.

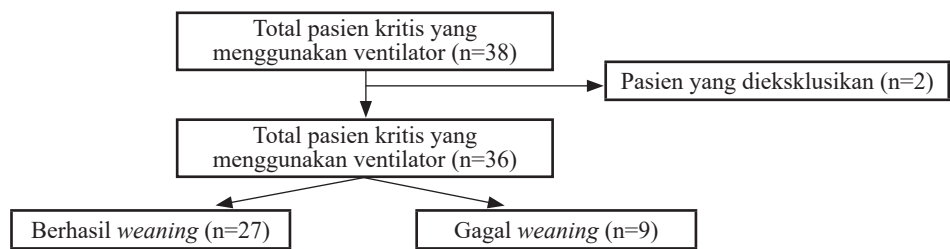
Data kemudian dianalisis dengan perangkat lunak statistik (*Microsoft® Excel* 2019 dan *IBM SPSS* 26.0) dan ditampilkan dalam bentuk tabel. Variabel kategorik (nominal) disajikan dalam statistik frekuensi dan persentase, sedangkan untuk variabel numerik (ordinal, interval) disajikan dalam *mean ± standar deviasi* (bila data berdistribusi normal), sedangkan bila data tidak normal disajikan dalam bentuk nilai *median* (nilai minimum - maksimum). Uji *chi-square* digunakan

untuk membandingkan variabel kategori dan uji T tidak berpasangan untuk membandingkan variabel numerik.

Hasil

Pada penelitian ini, terdapat 36 pasien kritis yang diamati dengan menggunakan ventilator mekanik di ICU RSUP Haji Adam Malik dari bulan Desember 2023 sampai Februari 2024 gambar 1. Tabel 1 di bawah ini menampilkan data karakteristik dari sampel penelitian.

Tabel 1 menunjukkan tingkat keberhasilan *weaning* pada pasien pasien kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik, yaitu: pasien yang berhasil *weaning* sebanyak 27 orang (75%) dan gagal *weaning* sebanyak 9 orang (25%). Data demografi pasien kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik berdasarkan jenis kelamin laki-laki yang berhasil *weaning* sebanyak 19 orang (50,0%) dan gagal *weaning* sebanyak 6 orang (15,8%), sedangkan jenis kelamin perempuan yang berhasil *weaning* sebanyak 9 orang (26,3%) dan gagal *weaning* sebanyak 2 orang (7,9%). Pada variabel jenis kelamin didapatkan nilai $p = 0,884$. Berdasar-



Gambar 1. Alur Pasien

Tabel 1. Data Demografi Pasien Kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Variabel		Berhasil Weaning	Gagal Weaning	p value
		n= 27 (75%)	n = 9 (25%)	
Jenis Kelamin	Laki-Laki	18(50%)	7(19.4%)	0,884*
	Perempuan	9(25%)	2(5.55%)	
Usia (Tahun)		46,22 ± 12,88	53,66 ± 14,28	0,015*
IMT		23,84 ± 1,55	24,45 ± 1,72	0,318*
Lama Ventilator (Hari)	Mean ± SD	3,18 ± 1,64	6,88 ± 1,53	0,030*
Komorbid	PPOK	3(7,1%)	1(2,1%)	0,044*
	Post Operasi ICH	0(0,0%)	1(2,1%)	
	Pneumonia	6(13%)	1(2,1%)	
	Post Operasi EDH	1(2,1%)	1(2,1%)	
	Post Operasi SAH	2(4,3%)	0(0,0)	
	Post Operasi Tumor Kepala	0(0,0%)	1(2,1%)	
	Sepsis	5(10,8%)	2(4,3%)	
	Post Operasi SDH	0(0,0)	2(4,3%)	
	SOL intrakranial	1(2,1%)	1(2,1%)	
	Post Operasi Perforasi Gaster	1(2,1%)	0(0,0)	
	Gagal Ginjal Kronis	2(4,3%)	1(2,1%)	
	Post CABG	6(13%)	0(0,0)	
	Post operasi Katup Mitral	2(4,3%)	0(0,0)	
	Luka Bakar	1(2,1%)	0(0,0)	
	Hidropneumotoraks	1(2,1%)	0(0,0)	
	Edema Paru	0(0,0)	1(2,1%)	
ARDS	2(4,3%)	1(2,1%)		

*Chi Square; ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome; CABG: Coronary Artery Bypass Graft; EDH: Epidural Haemorrhagic; ICH: Intracranial Haemorrhagic; IMT: Indeks Massa Tubuh; PPOK: Penyakit Paru Obstruktif Kronis; SDH: Subdural Haemorrhagic; SOL: Space Occupying Lesion.

kan variabel usia, dimana rerata usia sampel penelitian untuk kelompok berhasil *weaning* adalah $46,22 \pm 12,88$ tahun dan gagal *weaning* adalah $53,66 \pm 14,28$ tahun. Pada variabel usia didapatkan nilai $p= 0,015$. Berdasarkan variabel IMT, rerata nilai IMT pada kelompok berhasil *weaning* adalah $23,84 \pm 1,55$ kg/m²; sedangkan pada kelompok gagal *weaning* didapatkan $24,45 \pm 1,72$ kg/m². Pada variabel IMT didapatkan nilai $p= 0,318$.

Berdasarkan lama penggunaan ventilator pada kelompok berhasil *weaning* memiliki rata-rata dan standar deviasi $3,18 \pm 1,64$

magnesium darah sampel sebesar $1,98 \pm 0,20$ mg/dL. Nilai rerata kalsium darah didapatkan $8,74 \pm 1,44$ mg/dL. Untuk penilaian uji normalitas menggunakan *shapiro-wilk* didapatkan variabel tekanan darah sistolik, diastolik, MAP, HR, dan volume tidal tersebar merata dengan nilai $p > 0,05$. Nilai RR, SpO₂, RSBI, kalsium, dan magnesium didapatkan tersebar tidak merata dengan nilai $p < 0,05$.

Tabel 3 menunjukkan hasil pemeriksaan *vital sign* saat 4 jam pemantauan *weaning*, dimana kategori tekanan darah sistolik pada kelompok berhasil *weaning* adalah 127,39

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Vital Sign, SpO₂, Volume Tidal, dan RSBI Saat Proses Weaning Pasien Kritis Di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Variabel	Nilai	p value*
TD Sistolik (Mean ± SD)	128,28 ± 15,33	0,284
TD Diastolik (Mean ± SD)	81,39 ± 12,07	0,083
MAP (Mean ± SD)	96,94 ± 12,77	0,244
HR (Mean ± SD)	95,36 ± 15,24	0,345
RR (Mean ± SD)	19,81 ± 2,14	0,013
SpO ₂ (Mean ± SD)	97,83 ± 0,81	0,021
VT (Mean ± SD)	386,84 ± 30,03	0,493
RSBI (Mean ± SD)	51,22 ± 7,22	0,029
Magnesium (Mean ± SD)	1,98 ± 0,20	0,046
Kalsium (Mean ± SD)	8,74 ± 1,44	0,033

*Shapiro Wilk; HR: Heart Rate; MAP: Mean Arterial Pressure; RR: Respiratory Rate; RSBI: Rapid Shallow Breathing Index; SpO₂: Oxygen Saturation; VT: Volume Tidal

hari dan gagal *weaning* memiliki nilai $6,88 \pm 1,53$ hari, dengan nilai $p= 0,030$ berdasarkan lama penggunaan ventilator. Data komorbid pada pasien kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik yang terbanyak pada kelompok yang berhasil *weaning* adalah post operasi CABG sebanyak 6 orang (13%) dan pneumonia sebanyak 6 orang (13%) dan gagal *weaning* terbanyak ditemukan pada sepsis sebanyak 2 orang (4,3%) dan post operasi SDH sebanyak 2 orang (4,3%). Ditemukan perbedaan bermakna pada komorbid antara luaran berhasil *weaning* dan gagal *weaning* dengan nilai $p= 0,044$.

Tabel 2 menunjukkan hasil yang didapat pada saat proses *weaning*, rerata tekanan darah sistolik didapatkan sebesar $128,28 \pm 15,33$ mmHg, tekanan diastolik sebesar $81,39 \pm 12,07$ mmHg, dengan *mean arterial pressure* (MAP) sebesar $96,94 \pm 12,77$ mmHg. *Heart rate* sampel penelitian didapatkan $95,36 \pm 15,24$ kali/menit, laju napas $19,81 \pm 2,14$ kali/menit; rerata saturasi oksigen didapatkan $97,83 \pm 0,81\%$. Rerata volume tidal didapatkan $386,84 \pm 30,03$ mL; RSBI sebesar $51,22 \pm 7,22$; dan rerata nilai

$\pm 13,54$ mmHg, sedangkan pada kelompok gagal *weaning* didapatkan $117,28 \pm 15,33$ mmHg. Untuk tekanan darah diastolik pada kelompok berhasil *weaning* dan gagal *weaning* didapatkan $82,94 \pm 9,64$ mmHg dan $77,74 \pm 21,07$ mmHg. Untuk perbandingan antar kelompok tekanan sistolik maupun diastolik didapatkan hasil yang tidak signifikan (nilai $p= 0,284$ dan $0,083$). MAP didapatkan pada kelompok berhasil *weaning* sebesar $97,75 \pm 9,63$ mmHg, sedangkan pada kelompok gagal *weaning* $90,64 \pm 12,77$ mmHg (nilai $p= 0,244$).

Hasil nilai HR pada kelompok berhasil *weaning* adalah $92,87 \pm 12,74$ kali / menit dan kelompok gagal *weaning* adalah $148,84 \pm 15,24$ kali / menit (nilai $p= 0,009$). Hasil nilai RR pada kelompok berhasil *weaning* $20,19 \pm 1,83$ kali / menit dan gagal *weaning* $32,24 \pm 2,14$ kali / menit (nilai $p= 0,013$). Hasil nilai SpO₂ dengan berhasil *weaning* $97,79 \pm 0,79\%$ dan gagal *weaning* $86,67 \pm 0,81\%$, (nilai $p= 0,029$).

Tabel 4 menunjukkan hasil pemeriksaan *vital sign* saat 48 jam paska ekstubasi, kategori tekanan darah sistolik pada kelom-

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Vital Sign, dan SpO₂, Saat 4 Jam Pemantauan Weaning Pada 4 Jam (T-Piece) Pasien Kritis Di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Variabel	Berhasil Weaning	Gagal Weaning	p value*
TD Sistolik (Mean ± SD)	127,39 ± 13,54	117,28 ± 15,33	0,284
TD Diastolik (Mean ± SD)	82,94 ± 9,64	77,74 ± 21,07	0,083
MAP (Mean ± SD)	97,75 ± 9,63	90,64 ± 12,77	0,244
HR (Mean ± SD)	92,87 ± 12,74	148,84 ± 15,24	0,009
RR (Mean ± SD)	20,19 ± 1,83	32,24 ± 2,14	0,013
SpO ₂ (Mean ± SD)	97,79 ± 0,79	86,67 ± 0,81	0,029

*Uji T tidak berpasangan; HR: Heart Rate; RR: Respiratory Rate; SpO₂: Oxygen Saturation.

pok berhasil weaning adalah sebesar 127,39 ± 13,54 mmHg, dan gagal weaning sebesar 91.25 ± 15,33 (nilai p= 0,284). Nilai diastolik pada kelompok berhasil weaning adalah 82,94 ± 9,64 mmHg, sedangkan pada kelompok gagal weaning didapatkan 57,74 ± 1,07 mmHg (nilai p= 0,083). Nilai MAP pada kelompok berhasil weaning sebesar 97,75 ± 9,63 sedangkan pada kelompok gagal weaning adalah sebesar 69,91 ± 12,77 mmHg (nilai p= 0,244).

pasien berhasil weaning sebanyak 3 orang (8,3%) dan gagal weaning sebanyak 7 orang (27,8%), dan pada fraksi ketebalan diafragma > 30% pasien berhasil weaning 24 orang (66,7%) dan gagal weaning sebanyak 2 orang (5,6%). Rerata ketebalan diafragma pada kelompok berhasil weaning didapatkan sebesar 40,77 ± 10,12; sedangkan pada kelompok gagal weaning didapatkan 24,50 ± 6,89. Dengan nilai p=0,001 menunjukkan bahwa kete-

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Vital Sign, dan SpO₂ Saat Pemantauan Keberhasilan Weaning Pada 48 Jam Paska Ekstubasi Pasien Kritis Di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Variabel	Berhasil Weaning	Gagal Weaning	p value*
TD Sistolik (Mean ± SD)	127,39 ± 13,54	91.25 ± 15,33	0,284
TD Diastolik (Mean ± SD)	82,94 ± 9,64	57,74 ± 1,07	0,083
MAP (Mean ± SD)	97,75 ± 9,63	69,91 ± 12,77	0,244
HR (Mean ± SD)	92,87 ± 12,74	148,84 ± 15,24	0,021
RR (Mean ± SD)	20,19 ± 1,83	34,24 ± 2,14	0,013
SpO ₂ (Mean ± SD)	97,79 ± 0,79	84,57 ± 0,81	0,008

*Uji T tidak berpasangan; HR: Heart Rate; RR: Respiratory Rate; SpO₂: Oxygen Saturation.

Hasil nilai HR pada kelompok berhasil weaning 92,87 ± 12,74 kali / menit dan gagal weaning 148,84 ± 15,24 kali / menit (nilai p= 0,021). Hasil nilai RR pada kelompok berhasil weaning 20,19 ± 1,83 kali / menit dan gagal weaning 34,24 ± 2,14 kali / menit (nilai p= 0,013). Hasil nilai SpO₂ dengan kelompok berhasil weaning 97,79 ± 0,79%, dan gagal weaning 84,57 ± 0,81% (nilai p=0,008).

Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran pada fraksi ketebalan diafragma <30%

balan diafragma memiliki hubungan dengan keberhasilan weaning pada pasien kritis di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan.

Diskusi

Berdasarkan variabel usia pada penelitian ini untuk kelompok berhasil weaning adalah 46,22±12,88 tahun dan kelompok gagal weaning adalah 53,66 ±14,28 tahun. Hal tersebut berbeda dengan penelitian yang

Tabel 5. Ketebalan Diafragma Terhadap pada Pasien Kritis Di ICU RSUP Haji Adam Malik Medan

Variabel	Berhasil Weaning		Gagal Weaning		p value*
	n (%)	DTF (Mean ± SD)	n (%)	DTF (Mean ± SD)	
<30%	3(8,3%)	40,77 ± 10,12	7(27,8%)	24,50 ± 6,89	0,001
>30%	24(66,7%)		2(5,6%)		

*Chi Square; DTF: Diaphragm Thickening Fraction

dilakukan oleh Pirompanich, et al¹³ terhadap 34 pasien dengan usia rata-rata pada kelompok berhasil *weaning* adalah $67,8 \pm 13$ tahun dan kelompok gagal *weaning* adalah $62,7 \pm 15$ tahun.

Usia lanjut dianggap sebagai faktor penting di unit perawatan intensif, namun pengaruhnya terhadap kegagalan penyapihan masih belum jelas dan kurangnya informasi mengenai pengaruh penuaan terhadap parameter pernapasan pra-ekstubasi. Penuaan dikaitkan dengan penurunan progresif kinerja paru-paru. Perubahan fisiologis terjadi pada parenkim dan dinding dada sehingga terjadi penurunan *static elastic recoil*, komplians dinding dada, dan kekuatan otot pernafasan sehingga menyebabkan perubahan fungsi paru.¹⁴

Penelitian yang dilakukan sebelumnya dimana melibatkan 239 pasien (usia rata-rata, 57 ± 20 tahun; 48% perempuan), yang dibagi menjadi empat subkelompok yang diklasifikasikan berdasarkan usia: <60 tahun (n=111), 60–69 tahun (n=61), 70–79 tahun (n=49), dan >80 tahun (n=18). Parameter penyapihan menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antar kelompok umur. Frekuensi pernapasan meningkat seiring bertambahnya usia sementara volume tidal menurun. Oleh karena itu, indeks f/VT lebih tinggi pada pasien yang lebih tua. Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan bahwa kriteria penyapihan konvensional menunjukkan perbedaan antara subkelompok usia.¹⁴

Pada penelitian ini, hasil terbanyak yang mengalami berhasil *weaning* adalah laki-laki sebanyak 18 orang (50%), penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan selama enam tahun pada 574 pasien dirawat di *respiratory care center* dimana 357 (62,2%) adalah laki-laki dan 217 (37,8%) adalah perempuan, sebanyak 391 pasien (68,1%) berhasil *weaning* ventilator, termasuk 242 laki-laki dan 149 perempuan. Pada hasil penelitian tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara pasien laki-laki dan perempuan dalam keberhasilan *weaning*, ketergantungan ventilator, kematian di *respiratory care center* atau kematian di rumah sakit. Di antara pasien sangat tua (berusia ≥ 80 tahun) yang memerlukan ventilasi mekanik, pasien perempuan sangat tua yang dilakukan *weaning* ventilasi mekanik memiliki hasil kelangsungan hidup yang lebih baik dibandingkan pasien laki-laki sangat tua. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian ini dimana nilai $p=0,884$ yang berarti tidak ada hubungan keberhasilan *weaning* dengan jenis kelamin.¹⁵⁻¹⁷

Perbandingan profil demografi klinis antara pasien laki-laki dan perempuan yang memerlukan ventilasi mekanik menunjukkan lebih banyak komorbiditas kardiovaskular pada pasien perempuan yang memerlukan ventilasi mekanik. Analisis penyebab gagal napas yang menyebabkan ventilasi mekanik menunjukkan perbedaan gender pada pneumonia, sepsis, dan penyakit jantung. Pasien perempuan memiliki lebih banyak penyakit penyerta kardiovaskular yang mengakibatkan lebih banyak kegagalan pernapasan akibat penyakit jantung.^{18,19}

Berdasarkan hasil penelitian ini, lama penggunaan ventilator berpengaruh terhadap keberhasilan *weaning* dengan nilai $p=0,030$. Lama hari penggunaan ventilator pada pasien berhasil *weaning* memiliki rata-rata $3,18 \pm 1,64$ hari dan pasien gagal *weaning* memiliki nilai $6,88 \pm 1,53$ hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh Saad, didapatkan lama hari gagal *weaning* dengan 5.17 ± 0.94 dan berhasil *weaning* dengan 3.63 ± 1.20 (nilai $p=0.000$). Ventilasi mekanik yang berkepanjangan dapat menyebabkan atrofi diafragma dan disfungsi kontraktil. Studi yang dilakukan pada pasien dengan ventilator, mengungkapkan bahwa atrofi diafragma akibat ventilasi mekanik disebabkan oleh peningkatan pemecahan protein diafragma dan penurunan sintesis protein. Investigasi terbaru telah mengidentifikasi *calpain*, *caspase-3*, dan sistem *ubiquitin-proteasome* sebagai protease utama yang berkontribusi terhadap proteolisis diafragma yang diinduksi ventilasi mekanik.²⁰

Pada penelitian ini menunjukkan nilai *RSBI* rata-rata sebesar $51,22 \pm 7,22$. Penelitian oleh Sitorus,²¹ di RS Hasan Sadikin Bandung, didapatkan hasil *RSBI* rata-rata sebesar 42.33 ± 096 , dimana hasil *RSBI* rata-rata pada kelompok berhasil *weaning* sebesar $39.91 \pm 8,20$ dan hasil *RSBI* rata-rata pada kelompok gagal *weaning* sebesar 60.06 ± 13.04 . Penelitian lain oleh Saad,²² pada pasien sepsis yang dirawat di ICU didapatkan hasil *RSBI* rata-rata pada kelompok berhasil *weaning* sebesar 79.47 ± 19.65 dan hasil *RSBI* rata-rata pada kelompok gagal *weaning* sebesar 60.75 ± 16.53 .

Berdasarkan penelitian ini didapatkan bahwa kelompok dengan fraksi ketebalan diafragma <30% yang berhasil *weaning* sebanyak 3 orang (8,3%) dan gagal *weaning* sebanyak 7 orang (27,8%). Ketiga pasien yang berhasil *weaning* meskipun memiliki fraksi ketebalan diafragma < 30% merupakan pasien pascaoperasi laminektomi tumor removal, gagal nafas akibat pneumonia dan *acute respiratory distress syndrome* (ARDS), pascaoperasi

mitral valve replacement (MVR) atas indikasi *mitral stenosis* (MS) berat. Kelompok dengan ketebalan fraksi diafragma >30% yang berhasil *weaning* sebanyak 24 orang (66,7%) dan gagal *weaning* sebanyak 2 orang (5,6%). Kedua pasien yang gagal *weaning* merupakan pasien pasca kraniektomi dekompresi *subdural hematoma* (SDH). Berdasarkan penelitian *systematic review* yang dilakukan Mahmood-poor,¹⁴ ketebalan diafragma 25-30% memiliki keberhasilan *weaning* sebanyak 91%, 80%, dan 43,2%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Saad,²² didapatkan fraksi ketebalan diafragma gagal *weaning* dengan *mean* 27.14±6.81 dan fraksi ketebalan diafragma keberhasilan *weaning* dengan rata-rata 40.89 ± 13.11. Ketidakesesuaian antara teori dan hasil penelitian yang didapatkan kemungkinan diakibatkan oleh keterbatasan sampel karakteristik pasien yang heterogen, dan keahlian operator dalam melakukan pengoperasian dan penilaian USG.¹⁴

Studi metanalisis Llamas-Alveres, et al²³ dan Li, et al²⁴ menunjukkan bahwa *DTF* dapat membantu memprediksi gagal *weaning*. Kegagalan *weaning* berhubungan dengan disfungsi diafragma yang lebih tinggi dan ditemukan bahwa fraksi ketebalan yang lebih dijumpai pada kelompok pasien yang berhasil *weaning* seperti yang ditunjukkan pada penelitian ini. Kriteria gagal *weaning* yang digunakan oleh Li, et al²⁴ sama dengan penelitian ini, yaitu reintubasi dalam 48 jam pertama. *Cut-off DTF* 30-36% juga dikatakan sebagai nilai dengan sensitivitas dan spesifisitas tertinggi.

Dres, et al²⁵ yang mengevaluasi 76 pasien yang mendapatkan ventilasi mekanik menunjukkan bahwa *DTF* memiliki nilai prediksi gagal *weaning* dengan nilai *cut-off* 25,8% dengan kurva *receiver operating characteristics* (ROC) 0,82 (95% CI 0,73-0,93). Elsharnouby, et al²⁶ yang mengamati ketebalan diafragma 50 pasien dengan ventilasi mekanik menunjukkan bahwa pada kelompok yang berhasil *weaning* memiliki *DTF* dan ekskursi diafragma yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok gagal *weaning*.

Hasil yang berbeda ditunjukkan pada penelitian lain mengenai evaluasi USG diafragma selama penghentian penggunaan ventilasi mekanik pada 57 pasien COVID-19, dimana 25 pasien diantaranya gagal dalam SBT (44%). Median lamanya ventilasi invasif adalah 14 hari. Median *DTF* dalam waktu 24 jam sejak dimulainya *weaning* adalah 28%. USG diafragma dalam mendiagnosis keberhasilan *weaning*, didapatkan hasil sensitivitas dan spesifisitas yang dikumpulkan mas-

ing-masing adalah 89%. Namun pengukuran *DTF* yang dilakukan selama SBT dengan menggunakan USG menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini dimana tidak terdapat perbedaan *DTF* pada kelompok yang berhasil *weaning* dan gagal *weaning*.²⁷

Sesuai dengan *literatur* yang ada, penelitian Vetrugno, et al²⁷ menyoroti tingkat kegagalan *weaning* yang sangat tinggi, sekitar 40%, sehingga memerlukan perawatan di ICU lebih lama dan sedasi.²⁷ Berdasarkan data yang dikumpulkan, COVID-19 kemungkinan besar terlibat dalam menentukan penebalan diafragma awal dan akhirnya fibrosis parenkim paru.²⁸ Penelitian yang dilakukan oleh Poulard, et al²⁹ pada 25 individu yang menggunakan ventilasi mekanik menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang lemah antara evaluasi *DTF* dengan tekanan transdiafragma yang proporsional dengan tegangan yang terjadi pada serat otot diafragma. Hipotesis yang dikemukakan adalah hipertrofi dan atrofi berhubungan dengan disfungsi pernafasan dan penggunaan ventilasi mekanik yang tidak sesuai dengan kebutuhan pasien dapat menyebabkan disfungsi diafragma.^{30,31}

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu jumlah sampel yang terbatas, populasi penelitian dengan karakteristik heterogen, dan keahlian operator dalam mengoperasikan USG. Sehingga dalam penelitian berikutnya diharapkan akan dapat mengatasi keterbatasan-keterbatasan tersebut.

Kesimpulan

Ketebalan dinding diafragma menunjukkan adanya hubungan dengan keberhasilan *weaning* pada pasien kritis yang menggunakan ventilator di ICU.

Kontribusi Penulis

MS, APL, AH: konsepsi penelitian, desain, statistik. APL, AH: pengembangan modul., validasi modul, praktik modul. AH: Penulisan naskah, APL: Persetujuan akhir.

Daftar Pustaka

1. Dubé BP, Dres M. Diaphragm dysfunction: diagnostic approaches and management strategies. *Journal of Clinical Medicine*. 2016 Dec 5;5(12):113.
2. Garland A, Olafson K, Ramsey CD, Yogendran M, Fransoo R. Epidemiology of critically ill patients in intensive care units: a population-based observational study. *Crit Care*. 2013 Sep 30;17(5):R212.

3. Sistem Informasi Rumah Sakit RSUP Haji Adam Malik Medan. Data Pasien ICU Tahun 2021.
4. Katira BH. Ventilator-induced lung injury: classic and novel concepts. *Respiratory care*. 2019 Jun 1;64(6): 629-37.
5. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med*. 2013 Nov 28;369(22): 2126-36.
6. Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, Hodgson CL, Munshi L, Walkey AJ, et al. An official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine clinical practice guideline: mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2017 May 1;195(9): 1253-63.
7. Kim WY, Lim CM. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction: diagnosis and role of pharmacological agents. *Respiratory care*. 2017 Nov 1;62(11): 1485-91.
8. Powers SK, Wiggs MP, Sollanek KJ, Smuder AJ. Ventilator-induced diaphragm dysfunction: cause and effect. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013 Sep;305(5): R464-R477.
9. Haloho A, Sedono R, Sugiarto A, Zulkipli Z. Relationship between Neutrophil to Lymphocyte Ratio with Diaphragm Thickness in Critical Patients. *Bioscientia Medicina: Journal of Biomedicine and Translational Research*. 2020 Apr 2;4(2): 1-9.
10. Vivier E, Muller M, Putegnath JB, Steyer J, Barrau S, Boissier F, et al. Inability of Diaphragm Ultrasound to Predict Extubation Failure: A Multicenter Study. *Chest*. 2019 Jun;155(6): 131-9.
11. Theerawit P, Eksombatchai D, Sutherasan Y, Suwatanapongched T, Kiatboonsri C, Kiatboonsri S. Diaphragmatic parameters by ultrasonography for predicting weaning outcomes. *BMC Pulm Med*. 2018 Nov;18(1): 175.
12. Qian Z, Yang M, Li L, Chen Y. Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2018 Oct;8(9): 189.
13. Pirompnich P, Romsaiyut S. Use of diaphragm thickening fraction combined with rapid shallow breathing index for predicting success of weaning from mechanical ventilator in medical patients. *Journal of intensive care*. 2018 Dec;6:1-7.
14. Mahmoodpoor A, Fouladi S, Ramouz A, Shadv K. Diaphragm Ultrasound to Predict Weaning Outcome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2022;54(2): 164-74.
15. Canevelli M, Quarata F, Remiddi F, Lucchini F, Lacorte E, Vanacore N, et al. Sex and gender differences in the treatment of Alzheimer's disease: A systematic review of randomized controlled trials. *Pharmacol Res*. 2017 Jan;115: 218-23.
16. Corbellini C, Trevisan CB, Villafane JH. Weaning From Mechanical Ventilation: a Cross-Sectional Study Of Reference Values And Discriminative Validity Of Aging. *J Fisika Ada Sci*. June 2019; 27(6): 1945-50.
17. Krieger BP, Ershowsky PF, Becker DA, Gazeroglu HB. Evaluation of conventional criteria for predicting successful weaning from mechanical ventilatory support in elderly patients. *Crit Care Med*. 1989 Sep;17(9):858-61. doi: 10.1097/00003246-198909000-00002. PMID: 2766756.
18. Fogarty MJ, Mantilla CB, Sieck GC. Breathing: Motor Control of Diaphragm Muscle. *Physiology (Bethesda)*. 2018 Mar 1;33(2): 113-26.
19. Van Gammeren D, Falk DJ, Deering MA, Deruisseau KC, Powers SK. Diaphragmatic nitric oxide synthase is not induced during mechanical ventilation. *J Appl Physiol (1985)*. 2007 Jan;102(1):157-62. doi: 10.1152/jappphysiol.00043.2006. Epub 2006 Aug 24. PMID: 16931563.
20. Carrillo-Esper R, Pérez-Calatayud AA, Arch-Tirado E, Díaz-Carrillo MA, Garrido-Aguirre E, Tapia-Velazco R, et al. Standardization of sonographic diaphragm thickness evaluation in healthy volunteers. *Respir Care*. 2019;61(7): 920-4.
21. Sitorus RP, Fuadi I, Zulfariansyah A. Gambaran Tata Cara dan Angka Keberhasilan Penyapihan Ventilasi Mekanik di Ruang Perawatan Intensif Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung. *Jurnal Anestesi Perioperatif*. 2016 Dec 30;4(3): 140-6.
22. Saad MA, Nashed SW, El-Shaer AN, Elagamy AE, El derh MS. Ultrasound-assessed diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome in mechanically ventilated patients with sepsis in intensive care unit. *Ain-Shams J Anesthesiol*. 2022;14(1): 18.
23. Llamas-Alvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pérez J. Diaphragm and lung ultrasound to predict weaning outcome.

- Chest. 2017;152:1140–50.
24. Li C, Li X, Han H, Cui H, Wang G, Wang Z. Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2018;97:e10968.
 25. Dres M, Goligher EC, Dube BP, Morawiec E, Dangers L, Reuter D, et al. Diaphragm function and weaning from mechanical ventilation: an ultrasound and phrenic nerve stimulation clinical study. *Ann Intensive Care*. 2018; 8 (1): 53.
 26. Elsharnouby NM, Ali RM, Eldeeb AO. Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic thickness versus excursion as a predictor of weaning in mechanically ventilated patients. *International Journal of Medicine*. 2023; 116(1).
 27. Vetrungno L, Orso D, Corradi F, Zani G, Spadaro S, Meroi F, et al. Diaphragm ultrasound evaluation during weaning from mechanical ventilation in COVID-19 patients: a pragmatic, cross-section, multi-center study. *Respiratory Research*. 2022; 23:210.
 28. Roozeman JP, Mazzinari G, Serpa Neto A, Hollmann MW, Paulus F, Schultz MJ, et al. Prognostication using SpO₂/FiO₂ in invasively ventilated ICU patients with ARDS due to COVID-19—insights from the PRoVENT-COVID study. *J Crit Care*. 2021;68:31–7.
 29. Poulard T, Bachasson D, Fossé Q, Niérat MC, Hogrel JY, Demoule A, et al. Poor correlation between diaphragm thickening fraction and transdiaphragmatic pressure in mechanically ventilated patients and healthy subjects. *Anesthesiology*. 2022;136:162–75.
 30. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2017;43:29–38.
 31. Somhorst P, Gommers D, Endeman H. Advanced respiratory monitoring in mechanically ventilated patients with coronavirus disease 2019-associated acute respiratory distress syndrome. 2022; 28 (1) :66-73.

