

Hubungan *Length of Stay* dengan Mortalitas pada Pasien dengan Ventilasi Mekanik dan Trakeostomi

R. Prabowo Himawan Putro^{*)}, Rheza Norman Tambajong^{*)}, Gazade Garcia Mulyadi^{*)}, Dis Bima Purwaamidjaja^{**)}

^{*)} Fakultas Kedokteran Program Studi Anestesiologi dan Terapi Intensif, Universitas Indonesia, ^{**)} Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani - Cimahi

Korespondensi: bowomerc@yahoo.com

Abstrak

Pasien yang dirawat di *Intensive Care Unit* (ICU) dengan ventilasi mekanik dan trakeostomi memiliki mortalitas dan penggunaan sumber daya yang tinggi. *Length of stay* (LOS) merupakan indikator kualitas pelayanan dan efisiensi perawatan yang penting. Namun, hubungan antara LOS dan mortalitas masih menunjukkan hasil bervariasi. Artikel ini merupakan tinjauan pustaka mengenai konsep LOS, mortalitas pasien ICU, penggunaan ventilasi mekanik, trakeostomi, serta faktor yang memengaruhi hubungan LOS dan mortalitas. Data diperoleh dari berbagai penelitian mengenai luaran klinis pasien ICU. LOS yang lebih panjang berhubungan dengan peningkatan mortalitas, terutama akibat risiko komplikasi tinggi seperti *ventilator-associated pneumonia* (VAP), barotrauma, dan *ventilator dependence*. Mortalitas pada pasien dengan ventilasi mekanik dilaporkan sekitar 54,74% dan mencerminkan derajat keparahan penyakit yang tinggi. Trakeostomi dapat membantu proses *weaning* ventilator, meningkatkan kenyamanan pasien, dan menurunkan LOS, tetapi sebagian besar penelitian tidak menunjukkan penurunan mortalitas yang bermakna antara trakeostomi dini dan lambat. Faktor usia lanjut, sepsis, *Multiple Organ Dysfunction Syndrome* (MODS), penggunaan vasopressor, dan komorbiditas memiliki pengaruh yang lebih kuat terhadap mortalitas dibandingkan LOS sendiri. LOS memiliki hubungan dengan mortalitas pada pasien ICU dengan ventilasi mekanik dan trakeostomi, namun hubungan tersebut kompleks dan multifaktorial serta bukan prediktor mortalitas independen. LOS perlu diinterpretasikan bersama parameter klinis lain

Kata kunci: Intensive care unit, *length of stay*, mortalitas, trakeostomi, ventilasi mekanik

Relationship Length of Stay with Mortality in Patients with Mechanical Ventilation and Tracheostomy

Abstract

Patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) who require mechanical ventilation and tracheostomy have high mortality risk and substantial resource use. Length of stay (LOS) is an important healthcare quality and efficiency indicator; however, the relationship between LOS and mortality in patients remains inconsistent. This article review aims to discuss the concepts of LOS, ICU mortality, mechanical ventilation, tracheostomy, and factors influencing the relationship between LOS and mortality. Data were obtained from studies examining clinical outcomes among ICU patients. Prolonged LOS is associated with increased mortality due to higher risk of complications such as ventilator-associated pneumonia (VAP), barotrauma, and ventilator dependence. Patients receiving mechanical ventilation has an 54.74% mortality rate and reflects greater disease severity. Tracheostomy may facilitate ventilator weaning, improve patient comfort, and reduce LOS; however most studies have not demonstrated significant mortality reduction between early and late tracheostomy. Factors such as advanced age, sepsis, Multiple Organ Dysfunction Syndrome (MODS), vasopressor use, and comorbidities have a stronger influence on mortality. LOS is associated with mortality among ICU patients with mechanical ventilation and tracheostomy, however the relationship is complex and multifactorial and cannot be used as an independent mortality predictor. LOS should be interpreted in conjunction with clinical parameters

Keywords: Intensive care unit, *length of stay*, mortality, mechanical ventilation, tracheostomy

Received: August 16, 2026; Accepted: August 18, 2026; Publish: August 22, 2026

R. Prabowo Himawan Putro, Rheza Norman Tambajong, Gazade Garcia Mulyadi, Dis Bima Purwaamidjaja Copyright ©2026

How to cite: Pratama RA, et al, " Hubungan Length of Stay dengan Mortalitas pada Pasien dengan Ventilasi Mekanik dan Trakeostomi".

Pendahuluan

Unit perawatan intensif/*Intensive Care Unit* (ICU) merupakan salah satu unit di rumah sakit dengan perawatan dan monitoring yang lebih ketat. ICU bukan hanya berperan sebagai tempat perawatan pasien kritis, namun juga merupakan unit dengan penggunaan sumber daya yang tinggi baik dari segi tenaga kesehatan, teknologi, maupun biaya perawatan. ICU juga merupakan unit dengan angka mortalitas yang umumnya lebih tinggi dibandingkan unit lain.

Evaluasi terhadap luaran klinis pasien ICU memiliki peran penting untuk menilai kualitas pelayanan serta efisiensi sistem kesehatan. Pasien ICU memiliki berbagai macam diagnosis dengan komorbid yang berbeda-beda serta penggunaan alat bantu hidup yang banyak seperti monitoring tanda vital, ventilator mekanik, hingga alat pengganti kerja jantung. Prevalensi mortalitas pasien ICU pada umumnya mencapai 10–45%. Namun, penggunaan ventilasi mekanik di ICU meningkatkan angka mortalitas hingga mencapai 54,7%. Tingginya angka mortalitas ini mencerminkan kompleksitas kondisi pasien di ICU yang umumnya memiliki berbagai macam komorbid, sering kali membutuhkan intervensi invasif, dan memiliki resiko tinggi terhadap komplikasi selama perawatan.^{1,2}

Penggunaan ventilator mekanik merupakan salah satu intervensi utama dalam penatalaksanaan pasien gagal nafas di ICU. Penggunaan ventilator mekanik memiliki berbagai komplikasi seperti *ventilator-associated pneumonia* (VAP), barotrauma, serta ketergantungan ventilator. Pasien harus dilakukan *weaning off* saat ingin ditransisikan dari penggunaan ventilator mekanik. Salah satu tindakan yang sering digunakan untuk memfasilitasi *weaning off* pasien adalah menggunakan trakeostomi. Trakeostomi merupakan prosedur bedah dengan membuat suatu lubang (*stoma*) di bagian anterior leher, langsung ke saluran pernafasan dan dipasang kanul trakeostomi di *stoma* tersebut untuk memfasilitasi pernafasan.

Trakeostomi sering digunakan pada pasien kritis yang membutuhkan penggunaan ventilator mekanik berkepanjangan dan dapat menurunkan *length of stay* (LOS) pasien.

LOS merupakan waktu durasi lama perawatan seorang pasien dimulai dari admisi pasien masuk hingga pemulangan baik dalam keadaan hidup maupun meninggal. Selain mempermudah proses *weaning*, trakeostomi juga dapat meningkatkan kenyamanan pasien, mengurangi kebutuhan sedasi, serta mempermudah perawatan jalan nafas seperti suction dan toilet bronkial. Trakeostomi ditemukan dapat menurunkan LOS pasien dengan penggunaan ventilator mekanik, namun penurunan mortalitas ditemukan tidak menurun secara signifikan.³

Penentuan waktu yang tepat untuk melakukan tindakan trakeostomi juga dapat mempengaruhi hasil luaran pada pasien. Secara mortalitas, tidak ditemukan adanya perbedaan mortalitas signifikan antara tindakan trakeostomi dini (dilakukan dalam 7–10 hari pertama) dibandingkan trakeostomi lambat (diatas 10 hari perawatan). Namun, trakeostomi dini menyebabkan berkurangnya durasi penggunaan ventilator mekanik pada pasien dibandingkan trakeostomi lambat.⁴ Lalu secara umum, mortalitas pada pasien trakeostomi ditemukan lebih rendah sebanyak 19-30% tergantung indikasi trakeostomi pada pasien dan derajat keparahan diagnosa pasien tersebut.⁵

Tindakan trakeostomi memiliki beberapa teknik. Umumnya yang dilakukan yaitu trakeostomi surgikal atau trakeostomi dilatasi perkutan. Trakeostomi surgikal menggunakan pisau bedah untuk membuat insisi menuju saluran nafa.

Sedangkan, trakeostomi dilatasi perkutan menggunakan alat dilator untuk memperluas lubang stoma yang dibuat agar kanul trakeostomi dapat masuk terpasang menuju saluran nafas. Pemilihan teknik trakeostomi mempertimbangkan berbagai faktor seperti kondisi anatomi pasien, stabilitas hemodinamik, ketersediaan fasilitas, serta pengalaman operator. Baik jika menggunakan teknik surgikal maupun teknik dilatasi perkutan menunjukkan prognosis yang baik pada pasien. Penelitian yang ada sejauh ini tidak menemukan adanya perbedaan mortalitas maupun komplikasi tindakan yang signifikan antara pemilihan kedua teknik tersebut, sehingga baik teknik surgikal maupun teknik dilatasi perkutan dapat digunakan sesuai kenyamanan operator.^{6,7}

Hubungan antara LOS dengan mortalitas pasien ICU merupakan hubungan yang kompleks

dan tidak selalu bersifat linear. Durasi LOS yang lebih panjang dapat meningkatkan resiko komplikasi seperti infeksi nosokomial dan kelemahan akibat perawatan intensif yang akhirnya dapat menjadi suatu mortalitas. Namun, durasi LOS yang pendek tidak selalu mencerminkan luaran klinis karena bergantung pada kondisi pasien sendiri. Pada pasien dengan ventilator mekanik dan tindakan trakeostomi, hubungan ini semakin kompleks karena dipengaruhi berbagai faktor seperti durasi penggunaan ventilator, waktu pelaksanaan trakeostomi, dan kondisi klinis pasien. Hingga saat ini, hubungan antara LOS dan mortalitas masih bervariasi.⁸

Definisi *Length of Stay* (LOS)

Definisi *length of stay* (LOS) adalah waktu dihitungnya sejak pasien masuk ke rumah sakit hingga keluar baik dalam kondisi hidup maupun meninggal dunia. LOS dapat dikategorikan sesuai lokasi perawatan pasien seperti di bangsal maupun di unit perawatan intensif (*Intensive Care Unit/ICU*) yaitu ICU LOS. Perbedaan tersebut dikarenakan perbedaan perawatan, peralatan, serta kondisi pasien ICU yang secara umum lebih kritis dan membutuhkan pemantauan dan intervensi lebih dibandingkan pasien di ruang rawat biasa. Lalu, LOS sering juga digunakan sebagai indikator penilaian efisiensi pelayanan kesehatan, kualitas perawatan, dan penggunaan sumber daya medis. LOS juga dapat mencerminkan kondisi klinis pasien serta perjalanan penyakit selama masa perawatan.⁹

Cara Pengukuran LOS

LOS diukur dari waktu pertama kali pasien masuk ke rumah sakit hingga pasien keluar baik dalam keadaan hidup maupun meninggal dunia. LOS umumnya dinyatakan dalam hari atau jam untuk unit-unit dengan durasi perawatan yang singkat atau sesuai kondisi yang terjadi pada pasien. Beberapa penelitian mengklasifikasikan LOS berdasarkan durasi menjadi pendek dan panjang untuk mempermudah analisis hasil pasien dengan luaran klinis dan mortalitas. Namun, pengukuran tersebut tidak selalu bersifat sederhana dan linear karena dipengaruhi berbagai faktor seperti sistem administrasi rumah sakit,

waktu pencatatan data, dan kebijakan pelayanan kesehatan di rumah sakit atau fasilitas kesehatan tersebut. Sehingga, melakukan interpretasi LOS harus mempertimbangkan situasi pelayanan kesehatan pada tempat pasien tersebut mendapatkan pelayanan.⁹

Faktor yang Mempengaruhi LOS

Banyak faktor yang mempengaruhi LOS baik yang bersifat klinis maupun non klinis. Faktor klinis seperti Tingkat keparahan penyakit, adanya komorbid atau tidak, serta komplikasi pada pasien tersebut yang terjadi selama perawatan. Pasien yang masuk dengan kondisi berat atau mengalami komorbid yang berat seperti disfungsi organ multipel cenderung memiliki durasi LOS yang panjang.^{8,9} Hal lain yang dapat mempengaruhi LOS adalah intervensi medis yang pasien dapatkan seperti ventilasi mekanik karena pasien membutuhkan pemantauan yang lebih ketat dan terapi intensif.

Komplikasi yang terjadi saat perawatan seperti infeksi nosokomial juga dapat meningkatkan LOS pasien di ICU. Faktor-faktor non klinis lainnya seperti kebijakan di fasilitas kesehatan tersebut, sistem rujukan, dan ketersediaan fasilitas pada lokasi perawatan juga berpengaruh. Walaupun pasien memiliki kondisi klinis yang serupa, perbedaan sistem layanan pada lokasi rumah sakit yang berbeda dapat menyebabkan variasi pada LOS. Hal tersebut menyebabkan LOS butuh diinterpretasikan secara komprehensif karena bersifat multifaktorial.^{8,9}

Peran LOS sebagai Indikator Klinis

LOS merupakan salah satu indikator yang sering digunakan untuk menilai kualitas pelayanan kesehatan dan efisiensi penggunaan sumber daya di rumah sakit, terutama pada pasien yang dirawat di ICU. LOS yang lebih panjang dapat mencerminkan kompleksitas kondisi pasien atau adanya komplikasi selama perawatan. Namun demikian, hubungan antara LOS dan luaran klinis tidak selalu bersifat linear. LOS yang lebih panjang dapat berhubungan dengan peningkatan risiko mortalitas, terutama akibat komplikasi yang terjadi selama perawatan. Di sisi lain, LOS yang lebih pendek tidak selalu menunjukkan luaran klinis yang baik karena

dapat berkaitan dengan mortalitas dini pada pasien dengan kondisi yang sangat berat. Dengan demikian, LOS tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator dalam menilai outcome pasien, melainkan harus dipertimbangkan bersama dengan faktor klinis lainnya. Studi terbaru menunjukkan bahwa LOS memiliki hubungan yang kompleks dengan mortalitas dan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berinteraksi selama perawatan pasien di ICU.^{8, 9}

Mortalitas pada Pasien ICU

Mortalitas pada pasien di ICU adalah angka kematian pasien yang dilakukan perawatan di ICU. Angka mortalitas pada pasien ICU bervariasi berdasarkan berbeda studi, namun beberapa melaporkan sekitar 28% pasien atau lebih mengalami kematian dalam masa perawatan di ICU. Angka lain melaporkan mortalitas global terjadi sebanyak 9 hingga 68 %. Rentan angka yang tinggi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi pasien saat masuk, perbedaan sistem pelayanan kesehatan, serta hal lain yang terjadi selama pasien melakukan perawatan di rumah sakit tersebut.¹⁰

Faktor yang mempengaruhi mortalitas

Faktor-faktor yang mempengaruhi mortalitas cukup banyak. Namun ada beberapa yang dilaporkan memiliki hubungan terhadap mortalitas pasien di ICU. Pasien dengan usia yang lebih tua umumnya memiliki angka mortalitas lebih tinggi dibandingkan pasien dengan usia muda. Hal tersebut disebabkan semakin tua pasien jumlah penyakit kronis yang dimiliki serta perubahan fisiologis pada pasien tersebut menyebabkan mortalitas meningkat. Jumlah komorbid yang banyak seperti penyakit kardiovaskular, diabetes melitus, gangguan ginjal kronis, atau kombinasi dari hal tersebut dan komorbid lainnya juga dapat meningkatkan angka mortalitas akibat klinis pasien yang diperburuk serta respon terapi yang berbeda akibat komorbid tersebut.¹⁰

Hal lain yang dilaporkan adalah disfungsi organ. Kondisi gagal organ multiple (*Multiple Organ Dysfunction/MODS*) meningkatkan angka mortalitas akibat penurunan fungsi fisiologis tubuh pasien secara utuh termasuk fungsi-fungsi luhur. Kondisi ini mencerminkan tingkat keparahan

penyakit yang dialami pasien selama perawatan di ICU. Mortalitas tinggi juga berkaitan dengan penggunaan ventilasi mekanik dan penurunan kesadaran saat pasien pertama kali masuk ke ICU. Penurunan kesadaran dihubungkan dengan dekompensasi, hipoperfusi serebral akibat sepsis, perdarahan, hipoksia, gangguan metabolik, proses patologis intrakranial, dan syok. Pasien penurunan kesadaran juga beresiko gangguan patensi jalan nafas, aspirasi, infeksi sekunder, dan deteriorasi klinis. Durasi perawatan < 4 hari ditemukan meningkatkan mortalitas dua kali lipat dibandingkan pasien yang dapat melewati masa perawatan tersebut.¹⁰

Penilaian Prognosis Pasien ICU

Penilaian prognosis pada ICU menggunakan sistem skoring yang menilai berbagai parameter fisiologis untuk memperkirakan resiko mortalitas dan derajat keparahan disfungsi organ. Tidak ada sistem skoring yang lebih superior, berbagai macam sistem skoring memiliki fungsi dan keterbatasannya sendiri. Salah satu sistem skoring yang sering digunakan adalah *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (APACHE). Skor APACHE terdiri atas 12 penilaian fisiologis, usia, Riwayat penyakit dahulu, dan diagnosis pasien. Skor APACHE sering digunakan dan terus di update mulai dari APACHE II hingga APACHE IV. Skor APACHE digunakan untuk menilai derajat keparahan penyakit dan memprediksi mortalitas pasien ICU saat pertama kali masuk. APACHE II memiliki rentang skor 0–71. Angka skor > diatas 30 menandakan angka mortalitas tinggi > 70-80%.¹¹

Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) memberikan nilai 1-4 poin pada setiap sistem organ untuk menilai disfungsi sistem organ masing-masing (respiratori, sirkulasi, fungsi ginjal, hematologi, sistem hepar, dan sistem saraf pusat). Semakin tinggi nilai skor semakin tinggi juga mortalitas. Variabel yang dinilai berentan nilai 0–24 dimana nilai > 12 meningkatkan mortalitas > 50–90%. Kenaikan > 2 poin mengindikasikan sepsis. Terdapat versi cepat skor SOFA yaitu *Quick SOFA* (qSOFA) versi cepat penggunaan qSOFA ditujukan untuk penilaian cepat dan berulang tanpa menggunakan

A: Acute physiological score (12 variables)									
Physiologic variable	High abnormal range				Normal range	Low abnormal range			
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
Temperature rectal (°C)	≥41	39-40.9	-	38.5-38.9	36-38.4	34-35.9	32-33.9	30-31.9	≤29.0
Mean arterial pressure (mm Hg)	≥160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤49
Heart rate-ventricular response	≥180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤39
Respiratory rate per minute-non-ventilated or ventilated	≥50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤5
Oxygen: A-a DO ₂ or PaO ₂ (Torr)									
FiO ₂ ≥ 0.5 record A-a DO ₂	≥500	350-499	200-349		≤200	PO ₂ 61-70		PO ₂ 55-60	PO ₂ <51
FiO ₂ < 0.5 record only PaO ₂					PO ₂ >70				
Arterial pH	≥7.7	7.6-7.69		7.5-7.59	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	<7.15
Serum HCO ₃ (mmol/L)-only if no ABGs	≥52	41-51.9		32-40.9	23-31.9		18-21.9	15-17.9	<15
Serum sodium (mmol/L)	≥180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤110
Serum potassium (mmol/L)	≥7	6-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3-3.4	2.5-2.9		≤2.5
Serum creatinine (μmol/L)	≥350	200-340	150-190		60-140		<60		
Hematocrit (%)	≥60		50-50.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		≤20
White blood cell count (×1,000/mm ³)	≥40		20-39.9	15-19.9	3-14.9		1-2.9		<1
Glasgow coma score = 15 minus actual GCS									

B: Age points			C: Chronic health points		Apache II score
Age (years)	Points	History	Points for elective surgery	Points for emergency surgery	Sum of A+B+C
≤44	0	Liver: Biopsy-proven cirrhosis and documented portal hypertension or prior episodes of hepatic failure	2	5	A: APS
45-54	2	Cardiovascular: NYHA Class IV	2	5	B: Age points score
55-64	3	Respiratory: e.g., severe COPD, hypercapnia, home O ₂ , pulmonary hypertension	2	5	
65-74	5	Immunocompromised	2	5	C: Chronic health point score
≥75	6	Renal: Chronic dialysis	2	5	
Total score					

APACHE: Acute physiology and chronic health evaluation; A-a DO₂: Alveolar-arterial oxygen tension difference; PaO₂ (Torr): arterial oxygen tension; FiO₂ (%): Fractional concentration of inspired oxygen; HCO₃: Bicarbonate; ABG: Arterial blood gas; NYHA: New York heart association; COPD: Chronic obstructive pulmonary disease. To compute predicted death rates for groups of acutely ill patients, the individual risk of hospital death is calculated with the following equation; the individual risks are then summed up and the value is divided by the total number of patients. $R/I-R = -3.517 + (APACHE II \text{ score} \times 0.146) + (0.603, \text{ only if post-emergency surgery}) + (\text{diagnostic category weight as shown below})$, where R is the estimated risk of hospital death

Gambar 1. Skor APACHE II ¹²

hasil laboratorium. Skor yang tinggi > 2 merujuk kepada kebutuhan klinisi untuk mencari tahu lebih lanjut disfungsi organ apa yang sedang terjadi.¹¹

Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) menggunakan penilaian yang serupa dengan skor APACHE II ditambah data tipe admisi ICU pada pasien tersebut yang bersifat cito atau tidak dan

untuk diagnosis medis atau bedah. Skor SAPS II menilai data yang diperoleh dalam 24 jam pertama pasien masuk. SAPS II memiliki rentan skor 0 hingga kurang lebih 163 dan skor akan dikonversi menjadi probabilitas mortalitas.¹¹

Oxford Acute Illness Severity Score (OASIS) merupakan sistem skor yang tidak membutuhkan hasil pemeriksaan laboratorium maupun

Organ system	Variable	Score				
		0	1	2	3	4
Pulmonary	Lowest PaO ₂ (Torr)/FiO ₂ (%)	>400	≤400	≤300	≤200+respiratory support	≤100+respiratory support
Coagulation	Lowest platelet (10 ³ /mm ³)	>150	≤150	≤100	≤50	≤20
Hepatic	Highest bilirubin (μmol/L)	<20	20-32	33-101	102-204	>204
Circulatory	Blood pressure status	Mean arterial pressure (mmHg) >70	Mean arterial pressure (mmHg) <70	Dopamine* dose ≤5 or dobutamine any dose	Dopamine dose >5 or epinephrine ≤0.1 or norepinephrine ≤0.1	Dopamine dose >15 or epinephrine >0.1 or norepinephrine >0.1
Neurologic	GCS	15	13-14	10-12	6-9	<6
Renal	Highest creatinine level (μmol/L)	<110	110-170	171-299	300-440	>440
	Total urine output (mL/24 h)				<500	<200
Score	0-6	7-9	10-12	13-14	15	15-24
Score %	<10	15-20	15-20	50-60	>80	>90

PaO₂: (Torr) arterial oxygen tension; FiO₂: Fractional concentration of inspired oxygen; GCS: Glasgow coma score

Gambar 2 Skor SOFA.¹²

Box 4. qSOFA (Quick SOFA) Criteria.Respiratory rate $\geq 22/\text{min}$

Altered mentation

Systolic blood pressure ≤ 100 mm Hg**Gambar 3. Skor qSOFA.¹³**

Variables	Score															
	26	13	12	11	9	7	6	5	4	3	2	0	1	2	3	4
HR (beats/min)				<40						40-69	70-119				120-159	≥ 160
SBP (mmHg)	<70							70-99				100-199	≥ 200			
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)												<39		≥ 39		
PaO ₂ /FiO ₂ only if VENT or CPAP				<100	100-199	≥ 200										
Urine output (L/day)				<0.5				0.5-0.999				≥ 1				
Urea (g/L)												<0.6			0.6-1.7	>1.8
TLC		<1										1-19.9	≥ 20			
Potassium										<3		3-4.9	≥ 5			
Sodium								<125				125-144	≥ 145			
Bicarbonate								<15		15-19		>20				
Bilirubin (mg/dl)												<40			40-59.9	≥ 60
GCS	<6	6-8				9-10		11-13				14-15				

Age	Score	Chronic disease	Score	Type of admission	Score
<40	0	Metastatic cancer	9	Scheduled surgical	0
40-59	7	Hematological malignancy	10	Medical	6
60-69	12	AIDS	17	Emergency surgical	8
70-74	15				
75-79	16				
>80	18				
SAFS II score	29	40	52	64	77
Mortality risk %	10	25	50	75	90

GCS: Glasgow coma score; HR: Heart rate; SBP: Systolic blood pressure; PaO₂ (mm Hg) arterial oxygen tension; FiO₂: Fractional concentration of inspired oxygen; VENT: Ventilator; CPAP: Continuous positive airway pressure; TLC: Total leukocyte count; AIDS: Acquired immunodeficiency syndrome. Probability of death, P may be calculated using the following equation: $P = (e^{e^{(P)}})(1 + e^{e^{(P)}})$; $\text{Logit} = -7.7631 + 0.0737 (\text{score}) + 0.9971 (\log [\text{score} + 1])$

Gambar 4. Skor SAPS II.¹²

radiologis. Skor ini cocok untuk penilaian cepat pasien yang masuk ke ICU. Skor OASIS menilai parameter seperti usia, *Glasgow Coma Scale* (GCS), MAP, dan tujuan pasien di admisi ke ICU. Secara umum angka semakin tinggi meningkatkan mortalitas.¹¹

Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa superioritas antara keempat sistem skoring tersebut bervariasi. Beberapa studi melaporkan skor SAPS II diikuti OASIS lebih akurat dalam menentukan mortalitas pada pasien sepsis. Sedangkan skor SOFA memiliki perbedaan dalam menentukan angka mortalitas. Namun, hingga saat ini sistem skor tersebut masih digunakan sesuai tujuan dan kebutuhan masing-masing di ICU.¹¹

Ventilasi Mekanik

Ventilasi mekanik merupakan cara untuk menopang sistem respirasi suatu pasien di ICU.

20 40% pasien di ICU membutuhkan ventilator mekanik dan hampir setengah pasien yang di admisi ke dalam ICU akan terpasang ventilator mekanik. Terutama pada pasien dengan *airway* yang tidak patent, ventilasi terganggu, atau gagal nafas hipoksemia. Pemahaman terkait efek ventilator mekanik terhadap fisiologi normal pernafasan manusia dibutuhkan untuk dapat memberikan ventilasi yang aman kepada pasien. Indikasi primer untuk pemasangan ventilator mekanik secara invasif adalah sebagai berikut:

Gangguan jalan nafas akibat penyakit.

Pasien dengan penurunan kesadaran (obtundasi) atau jalan napas dinamis memerlukan proteksi jalan napas, seperti pada kasus trauma atau infeksi orofaring. Pasien dengan obstruksi jalan napas dapat mengalami gangguan proksimal (contoh angioedema) maupun distal (contoh bronkospasme pada asma atau eksaserbasi akut penyakit paru obstruktif kronik/PPOK).

Hipoventilasi

Hal tersebut dapat terjadi akibat gangguan dorongan napas (*drive*), kegagalan pompa respirasi, atau gangguan pertukaran gas, yang berujung pada gagal napas hiperkapnik. Etiologi kondisi ini dapat dibagi menjadi beberapa subkategori berikut:

- Gangguan pusat pengendali napas (contoh overdosis obat)
- Kelemahan otot respirasi (contoh distrofi otot dan miositis)
- Kelainan sistem saraf perifer (contoh sindrom Guillain-Barré atau krisis miastenia)
- Gangguan ventilasi restriktif (contoh trauma atau penyakit dinding dada, pneumotoraks masif, atau efusi pleura)

Gagal nafas hipoksemik

Gagal nafas dapat timbul akibat ketidakmampuan pertukaran oksigen yang efektif atau gangguan penghantaran oksigen ke jaringan perifer, dengan penyebab:

- Gangguan pengisian alveolus (contoh pneumonia, *acute respiratory distress syndrome*/ARDS, atau edema paru)
- Gangguan vaskular paru yang menyebabkan ketidaksesuaian ventilasi-perfusi (contoh emboli paru masif atau emboli udara)
- Gangguan difusi (contoh fibrosis paru lanjut)

Peningkatan kebutuhan ventilasi

Kondisi yang bisa menyebabkan hal tersebut termasuk sepsis berat, syok, atau asidosis metabolik berat.^{1,5,2}

Selain indikasi primer tersebut. Ventilator mekanik juga dapat terindikasi untuk melakukan proteksi jalan nafas contoh pada pasien koma, cedera berat pada laring atau rongga mulut, dan ketidakmampuan mempertahankan patensi jalan nafas. Dukungan bedah atau prosedur tertentu seperti tindakan pembedahan, obstruksi jalan nafas atas, atau trauma luka bakar pada jalan nafas. Kondisi toraks spesifik seperti kebutuhan anestesi satu paru, tindakan paparan bedah seperti lobektomi, atau pemisahan kedua paru untuk mencegah kontaminasi silang dan dukungan jangka panjang trakeostomi.¹⁵

Dampak Ventilasi Mekanik terhadap LOS

Ventilasi Mekanik dan LOS tidak selalu memiliki hubungan yang linear. Penggunaan ventilator mekanik pada pasien memiliki korelasi dengan meningkatnya mortalitas di ICU. Selain itu, penggunaan ventilasi mekanik juga berpengaruh terhadap durasi perawatan pasien, dimana pasien yang membutuhkan ventilator umumnya memerlukan pemantauan yang lebih intensif serta intervensi medis yang lebih kompleks. Kondisi ini menyebabkan pasien cenderung memiliki LOS yang lebih panjang dibandingkan pasien yang tidak memerlukan ventilasi mekanik.²

Penggunaan ventilator mekanik juga berkaitan dengan risiko terjadinya berbagai komplikasi selama perawatan, seperti *ventilator-associated pneumonia* (VAP), barotrauma, serta ketergantungan ventilator. Komplikasi-komplikasi tersebut dapat memperburuk kondisi klinis pasien dan memperpanjang durasi penggunaan ventilator, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan LOS.¹⁶

Namun, hubungan antara ventilasi mekanik dan LOS tidak selalu bersifat linear. LOS yang lebih panjang pada pasien dengan ventilasi mekanik dapat mencerminkan kompleksitas kondisi klinis serta keberhasilan terapi dalam mempertahankan pasien tetap hidup selama perawatan. Di sisi lain, LOS yang lebih pendek tidak selalu menunjukkan luaran klinis yang baik, karena dapat berkaitan dengan mortalitas dini pada pasien dengan kondisi yang sangat berat.¹⁷

Komplikasi Ventilasi Mekanik

Pemberian ventilator mekanik memiliki komplikasi yang dapat terjadi pada pasien. *Ventilator associated pneumonia* (VAP) merupakan pneumonia yang muncul > 48 jam pasca pemasangan ventilator mekanik. VAP berkaitan dengan masuknya mikroorganisme ke saluran pernafasan bawah akibat gangguan mekanisme pertahanan normal paru seperti penurunan refleks batuk, gangguan mukosilier, dan kolonisasi bakteri pada orofaring, saluran nafas atas, dan *endotracheal tube*. VAP memperburuk kondisi klinis dan meningkatkan kebutuhan terapi antibiotik serta intervensi lainnya yang menyebabkan peningkatan durasi penggunaan ventilator, memperpanjang di LOS,

dan meningkatkan angka mortalitas.¹⁸

Barotrauma ditandai dengan terjadinya kerusakan alveolus akibat peningkatan tekanan transpulmoner yang berlebihan sehingga menyebabkan kebocoran udara ke ruang ekstrasvaskular seperti pneumotoraks, pneumomediastinum, atau emfisema subkutan. Penggunaan *volume tidal* yang berlebih juga berkaitan dengan cedera paru *ventilator-induced lung injury* (VILI). Barotrauma menyebabkan gangguan pertukaran gas serta instabilitas hemodinamik. Hal tersebut menyebabkan pasien membutuhkan intervensi tambahan seperti drainase toraks yang meningkatkan kesulitan

perawatan pasien dan dapat meningkatkan durasi LOS di ICU. Strategi ventilasi protektif penting dengan menggunakan volume ventilator yang rendah untuk mengurangi resiko cedera paru akibat ventilasi mekanik.¹⁹

Ventilator dependence atau penggunaan ventilasi mekanik jangka panjang merupakan komplikasi yang sering terjadi pada pasien kritis berat dengan tanda gagalnya proses weaning sehingga pasien tetap bergantung kepada ventilator dalam jangka waktu lama. Hal tersebut berkaitan dengan berbagai faktor seperti tingkat keparahan penyakit, MODS, serta komplikasi saat perawatan. *Ventilator dependence* berhubungan

Trakeostomi memiliki beberapa indikasi merupakan berikut	Kontraindikasi tindakan trakeostomi meliputi berikut	Komplikasi tindakan trakeostomi meliputi berikut
Ventilasi mekanik jangka panjang diatas 7–14 hari: Memfasilitasi proses weaning ventilator pada pasien gagal nafas akut.	Mutlak: • Instabilitas servikal. • Koagulopati tidak terkoreksi. • Infeksi pada situs insersi.	Dini : • Perdarahan. • Aspirasi. • Pneumothorax. • Gagal prosedur.
Toilet pulmonal (pembersihan sekret saluran nafas) : Untuk pasien yang tidak dapat membersihkan sekret berlebih (contoh bulbar palsy/batuk lemah).	Relatif : • Anatomi Penyulit (leher pendek, obesitas, ekstensi minimal, deviasi trakea). • Penyakit pernapasan berat yang menyebabkan ketidakmampuan untuk mentoleransi periode apnea. • Kehilangan ventilasi tekanan positif.²²	Jangka pendek : • Sumbatan (obstruksi). • Perpindahan atau dislokasi kanul. • Pneumothorax. • Emfisema subkutan. • Infeksi. • Perdarahan tertunda. • Nekrosis trakea. • Fistula trakeo-arterial.
Proteksi jalan nafas : Tidak mampu mempertahankan jalur nafas paten.		Jangka panjang : • Trakeomalasia. • Stenosis trakea. • Fistula trakeokutaneus, • Masalah dekanulasi.²³
Bagian dari prosedur pembedahan : Bedah kepala/leher/bagian THT.		
Obstruksi jalan nafas atas: Trauma wajah/laring, luka bakar, anafilaksis, paralisis pita suara.		
Resiko aspirasi: Memfasilitasi pembersihan <i>airway</i> . ²¹		

dengan peningkatan angka mortalitas dan berhubungan dengan keberhasilan proses weaning pada pasien.²

Hubungan Ventilasi Mekanik dengan Mortalitas

Prevalensi mortalitas pada pasien ICU yang menggunakan ventilasi mekanik dilaporkan sebesar 54,74%. Tingginya angka mortalitas ini menunjukkan bahwa pasien yang membutuhkan ventilasi mekanik umumnya berada dalam kondisi klinis yang lebih berat dibandingkan pasien ICU lainnya. Ventilasi mekanik sering digunakan pada pasien dengan gagal napas berat, penurunan kesadaran, maupun kondisi kritis lainnya yang memerlukan dukungan fungsi vital secara intensif.²

Beberapa faktor yang berhubungan dengan peningkatan mortalitas pada pasien dengan ventilasi mekanik antara lain adanya sepsis, nilai GCS di bawah 8, serta MODS. Selain itu, penggunaan vasopressor juga berkaitan dengan peningkatan mortalitas karena mencerminkan adanya ketidakstabilan hemodinamik pada pasien. Faktor-faktor tersebut menggambarkan derajat keparahan penyakit yang tinggi serta keterlibatan berbagai sistem organ yang memperburuk prognosis pasien selama perawatan di ICU.²

Trakeostomi pada Pasien ICU

Trakeostomi merupakan prosedur pembuatan pembukaan (stoma) pada dinding anterior trakea untuk membantu pernafasan dan patensi jalan nafas. Kanul trakeostomi akan dipasang untuk mempertahankan jalan nafas. Umumnya insisi dilakukan pada bagian dibawah kartilago krikoid menembus cincin kartilago kedua hingga keempat. Trakeostomi digunakan untuk ventilasi jangka panjang dan jika terjadi obstruksi saluran nafas atas. Trakeostomi dapat dilakukan dengan teknik surgikal maupun *percutaneous dilatational tracheostomy* (PDT).²⁰

Hingga saat ini belum ada konsensus pasti untuk menentukan definisi universal waktu trakeostomi. Beberapa studi menyatakan trakeostomi dini dilakukan sekitar < 7–10 hari sejak terintubasi. Sedangkan trakeostomi lambat dilakukan > 10 hari pasca intubasi. Dampak trakeostomi terhadap LOS dan mortalitas

bervariasi. Beberapa studi menyatakan terjadinya penurunan LOS pada trakeostomi dini namun hubungan terhadap mortalitas tidak signifikan. Hal tersebut berpengaruh dengan kondisi klinis pasien saat masuk ke unit perawatan intensif dan komorbid serta komplikasi yang terjadi saat perawatan.³

Hubungan LOS dengan Mortalitas

LOS memiliki hubungan yang buruk dengan mortalitas. Secara umum pasien dengan LOS yang panjang memiliki angka mortalitas yang tinggi. Sebuah penelitian melaporkan pada pasien post operasi Jantung LOS ICU yang tinggi merupakan prediktor mortalitas signifikan dalam 1 tahun pasca perawatan. LOS di ICU > 4 hari, > 7 hari, dan > 14 hari memiliki hubungan signifikan dengan mortalitas pasien. Setiap penambahan satu hari LOS di ICU, angka mortalitas 1 tahun meningkat sebanyak 9%.⁹ Sebuah penelitian yang dilakukan pada pasien kritis yang lansia dan lemah menemukan untuk pasien tersebut, angka mortalitas sebesar 16,1% di ICU, 24% di rumah sakit, dan 38,7% mortalitas pasca perawatan dengan jarak kurun waktu 2 tahun. SAPS II skor yang tinggi juga meningkatkan mortalitas 2 tahun. Pasien dengan penyakit kronis dan dalam kondisi kritis umumnya membutuhkan bantuan organ yang tinggi karena banyak yang gagal seperti penggunaan ventilator mekanik dan trakeostomi. Pasien penyakit kritis yang kronik didefinisikan sebagai pasien dengan LOS 10–14 hari di ICU. Pasien yang kritis memiliki permasalahan cadangan fisiologis tubuh yang menurun, hal tersebut dapat sudah terjadi di kondisi pasien sebelumnya atau didapatkan saat perawatan. Saat selesai perawatan, pasien tersebut sering disertai dengan komplikasi dan sequele jangka panjang.¹⁵

LOS yang lebih panjang di ICU juga berkaitan dengan disabilitas fisik, fungsi kognitif, dan psikologis. Pasien dengan keadaan lemah dan memiliki durasi LOS > 7 hari di ICU memiliki angka mortalitas yang lebih tinggi dalam waktu 6 bulan pasca perawatan. Pasien tersebut umumnya memiliki usia lebih tua, riwayat komorbid yang lebih banyak, dan derajat keparahan penyakit yang lebih tinggi saat masuk ke ICU.

Perbandingan angka mortalitas sebanyak 34,3% dibandingkan 13,1% untuk pasien yang tidak memiliki karakteristik berikut.²³

Namun, LOS bukan merupakan faktor independen yang dapat digunakan sebagai prediktor mortalitas. Kebutuhan organ support yang tinggi pada pasien merupakan faktor terkuat yang menentukan angka mortalitas saat perawatan. LOS lebih mencerminkan derajat keparahan penyakit dibandingkan angka mortalitas. Namun, mengkombinasikan LOS dengan marker severitas lainnya dapat membantu pengambilan keputusan saat perawatan dan stratifikasi faktor resiko. LOS berkepanjangan diasosiasikan dengan angka mortalitas yang tinggi sebesar 61,0% dibandingkan 43,5%. Namun, pada pasien tersebut mortalitas lebih dipengaruhi oleh faktor independen lainnya seperti kebutuhan ventilator mekanik, penggunaan obat inotropik, kebutuhan hemodialisa, usia lansia, dan riwayat diabetes melitus. Secara independen LOS tidak ditemukan berhubungan dengan mortalitas.²⁴

Simpulan

Hubungan antara LOS dengan mortalitas pada pasien ICU, khususnya pada pasien yang menggunakan ventilasi mekanik dan menjalani tindakan trakeostomi, merupakan hubungan yang kompleks dan tidak selalu bersifat linear. LOS tidak hanya mencerminkan durasi perawatan, tetapi juga menggambarkan tingkat keparahan penyakit, kebutuhan intervensi medis, serta komplikasi yang terjadi selama perawatan di ICU.

Secara umum, pasien ICU memiliki angka mortalitas yang bervariasi antara 9 hingga 68%, dengan rata-rata sekitar 28% atau lebih pada beberapa studi. Penggunaan ventilasi mekanik meningkatkan angka mortalitas secara signifikan hingga mencapai 54,74%, yang mencerminkan kondisi klinis pasien yang lebih berat serta kebutuhan dukungan organ yang tinggi. Faktor-faktor seperti sepsis, nilai GCS < 8, MODS, serta penggunaan vasopressor berperan dalam meningkatkan mortalitas pada pasien tersebut.

LOS yang lebih panjang di ICU umumnya berkaitan dengan peningkatan mortalitas, terutama akibat komplikasi selama perawatan

seperti infeksi nosokomial, VAP, barotrauma, serta ventilator dependence. Studi menunjukkan bahwa pada pasien pasca operasi jantung, LOS ICU yang lebih panjang merupakan prediktor signifikan terhadap mortalitas dalam 1 tahun, dimana setiap peningkatan satu hari LOS meningkatkan risiko mortalitas sebesar 9%. Selain itu, pasien dengan LOS lebih dari 4 hari, 7 hari, dan 14 hari menunjukkan peningkatan risiko mortalitas yang bermakna.

Pada kelompok pasien dengan kondisi lemah dan penyakit kronis, angka mortalitas dilaporkan sebesar 16,1% di ICU, 24% selama perawatan di rumah sakit, dan mencapai 38,7% dalam 2 tahun setelah perawatan. Pasien dengan LOS lebih dari 7 hari juga memiliki angka mortalitas lebih tinggi dalam 6 bulan pasca perawatan dibandingkan pasien dengan LOS lebih pendek, yaitu sebesar 34,3% dibandingkan 13,1%. Hal ini menunjukkan bahwa LOS yang panjang tidak hanya berdampak pada mortalitas jangka pendek, tetapi juga luaran jangka panjang pasien.

Namun demikian, LOS bukan merupakan faktor independen dalam menentukan mortalitas. LOS lebih mencerminkan derajat keparahan penyakit serta kompleksitas kondisi klinis pasien. Faktor lain seperti kebutuhan ventilasi mekanik, penggunaan inotropik, kebutuhan hemodialisa, usia lanjut, serta komorbid seperti diabetes melitus memiliki pengaruh yang lebih kuat terhadap mortalitas. Beberapa studi menunjukkan bahwa mortalitas pada pasien dengan LOS berkepanjangan dapat mencapai 61,0% dibandingkan 43,5%, namun hal tersebut tetap dipengaruhi oleh faktor klinis lain yang mendasari.

Tindakan trakeostomi pada pasien dengan ventilasi mekanik berkepanjangan dapat membantu menurunkan LOS dan mempermudah proses *weaning* ventilator. Meskipun demikian, sebagian besar studi tidak menunjukkan penurunan mortalitas yang signifikan antara trakeostomi dini dan lambat. Mortalitas pada pasien dengan trakeostomi dilaporkan berkisar antara 19–30%, tergantung pada kondisi klinis dan indikasi tindakan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa LOS memiliki hubungan dengan mortalitas pada pasien ICU, terutama pada pasien dengan ventilasi

mekanik dan trakeostomi, namun hubungan tersebut bersifat multifaktorial dan tidak dapat dinilai secara tunggal. LOS sebaiknya digunakan bersama dengan parameter klinis lain seperti sistem skoring (APACHE II, SOFA, SAPS II, OASIS) untuk memberikan gambaran prognosis yang lebih akurat serta membantu pengambilan keputusan klinis dalam perawatan pasien ICU.

Daftar Pustaka

1. Zhong S, Yang H, Zhao Z. Mortality rate analysis of patients on invasive mechanical ventilation in the intensive care unit on day 28. *Biomed Rep.* 2024 Aug 1;21(4):140.
2. Ayenew T, Gedfew M, Fetene MG, Workneh BS, Telayneh AT, Edmealem A, et al.. Prevalence of mortality among mechanically ventilated patients in the intensive care units of Ethiopian hospitals and the associated factors: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2024 Jul 23;19(7):e0306277.
3. Merola R, Iacovazzo C, Troise S, Marra A, Formichella A, Servillo G, Vargas M. Timing of Tracheostomy in ICU Patients: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Life (Basel).* 2024 Sep 14;14(9):1165.
4. Kim BK, Choi H, Kim CY. Timing dilemma: a systematic review and meta-analysis of short-term mortality in patients with COVID-19 undergoing tracheostomy with varied timing, including 7, 10 and 14 days. *BMJ Open.* 2024;14(12):e084405.
5. Dundaru-Bandi D, Zhu LM, Schipper M, Warshawsky PJ, Schwartz BC. Mortality and patient disposition after ICU tracheostomy for secretion management vs. prolonged ventilation: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol.* 2025;25:54.
6. Devanand NA, Thiruvengkatarajan V, Liu WM, Sirisinghe I, Court-Kowalski S, Pryor L, et al. Outcomes of percutaneous versus surgical tracheostomy in critically ill patients. *J Laryngol Otol.* 2024.
7. Temel Ş, Metin H, Gök MG, Yüksel RC, Sungur M, Gülmez E, et al. Comparative analysis of percutaneous dilatational tracheotomy and surgical tracheotomy in critically ill patients: outcomes and complications. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2025.
8. Yamasaki K, Mullen J, Wheatley D, Sanderson R. Accurate measurement of ventilator length of stay and ventilator days for use in assessing patient safety and ventilator associated events : original investigation. *J Mech Vent* 2020; 1(2):26–31.
9. Panza GA, McKay RG, Collazo S, Loya D, Burke-Martindale C, Mather JF, et al. Relationship between intensive care unit length of stay and one-year mortality following cardiac surgery. *J Card Surg* 2025;2025:1–9 .
10. Shate ME, Mesfin R, Genaneh W, Lencha B. Clinical outcomes and factors associated with mortality among adults admitted to the intensive care unit at Hawassa University Comprehensive Specialized Hospital, Ethiopia: a retrospective chart review. *BMC Anesthesiol.* 2026;26(1):109.
11. Cirik MO, Doganay GE, Doganci M, Ozdemir T, Yildiz M, Kahraman A, et al. Comparison of Intensive Care Scoring Systems in Predicting Overall Mortality of Sepsis. *Diagnostics (Basel).* 2025 Jun 29;15(13):1660.
12. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical ventilation: state of the art. *Mayo Clin Proc.* 2017 Sep;92(9):1382–400.
13. Rapsang AG, Shyam DC. Scoring systems in the intensive care unit: A compendium. *Indian J Crit Care Med.* 2014 Apr;18(4):220-8.
14. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al, The Third International Consensus

- Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016 Feb 23;315(8):801–10.
15. Johnson AE, Kramer AA, Clifford GD. A new severity of illness scale using a subset of Acute Physiology and Chronic Health Evaluation Data Elements Shows Comparable Predictive Accuracy. *Crit Care Med*. 2013 Jul;41(7):1711–8.
16. Rodrigues AR, Oliveira A, Vieira T, Assis R, Lume C, Gonçalves-Pereira J, et al. A prolonged intensive care unit stay defines a worse long-term prognosis: insights from the critically ill mortality by age (Cimba) study. *Aust Crit Care*. 2024;37(5):734–39.
17. Sethi DS, Garg G. Massive pericardial effusion in undiagnosed turner syndrome. *Anesth Pain Med (Seoul)*. 2023 Jul;18(3):327–29.
18. Kalanuria AA, Ziai W, Mirski M. Ventilator-associated pneumonia in the ICU. *Crit Care*. 2014 Mar 18;18(2):208. doi: 10.1186/cc13775. Erratum in: *Crit Care*. 2016 Jan 28;20:29.
19. Beitler JR, Malhotra A, Thompson BT. Ventilator-induced Lung Injury. *Clin Chest Med*. 2016 Dec;37(4):633–46.
20. Al-Shathri Z, Susanto I. Percutaneous tracheostomy. *Semin Respir Crit Care Med*. 2018 Dec;39(6):720–30.
21. Lewith H, Athanassoglou V. Update on management of tracheostomy. *BJA Educ*. 2019;19(11):370–76.
22. Hashimoto DA, Axtell AL, Auchincloss HG. Percutaneous tracheostomy. *N Engl J Med*. 2020;383(20).
23. Lee M, Wilson H. Complications of tracheostomy. *Shanghai Chest*. 2021;5:42.
24. Wozniak H, Beckmann TS, Dos Santos Rocha A, Pugin J, Heidegger CP, Cereghetti S. Long-stay ICU patients with frailty: mortality and recovery outcomes at 6 months. *Ann Intensive Care*. 2024;14(1):31.
25. Pantis C, Popoviciu MS, Ghitea TC, Pop Am, Brata RD. ICU length of stay patterns and in-hospital mortality. *Healthcare (Basel)*. 2026;14(8):1092.