



PENGUKURAN TEKANAN CUFF *ENDOTRACHEAL TUBE* KONTINYU DAN INTERMITEN DALAM MENCEGAH KEJADIAN VENTILATOR ASSOCIATED PNEUMONIA DI RUANG ICU : SYSTEMATIC REVIEW

Prima Khairunisa¹, Agung Waluyo², Denissa Faradita Aryani³

¹ Mahasiswa Magister Keperawatan, Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia

^{2,3} Departemen Keperawatan Medikal Bedah, Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia
prima.khairunisa@ui.ac.id

Abstrak

Latar belakang : Ventilator Associated Pneumonia (VAP) adalah infeksi yang sering terjadi pada pasien dengan ventilasi mekanik. VAP disebabkan karena terjadinya mikroaspirasi yang disebabkan karena ketidakadekuatan tekanan cuff *endotracheal tube*. Pengukuran tekanan cuff dapat dilakukan secara kontinyu dan secara intermiten. Tujuan : Mengetahui dan membandingkan efektifitas dan efisiensi pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dan secara intermiten dalam mencegah kejadian VAP pada pasien terpasang ventilasi mekanik. Metode : Penelitian ini menggunakan metode telaah sistematis beberapa artikel, Penelusuran artikel dilakukan pada database Pubmed, Scopus, Taylor and Franchis dan Sciencedirect. Penyaringan artikel dilakukan berdasarkan tahun terbit artikel, judul artikel, abstrak, kesesuaian dengan pertanyaan penelitian Hasil : Dari 550 artikel menghasilkan 7 artikel dianalisis. Empat penelitian menyebutkan pengukuran tekanan cuff secara kontinyu lebih efektif dalam mencegah kejadian VAP dengan nilai statistik $p = <0,05$, $p = 0,06$, $p = 0,109$, $p = 0,02$ (OR 0,45 ; 95% CI = 0,22-0,89). Enam artikel menyebutkan tidak ada pengaruh signifikan secara statistik antara pengukuran tekanan cuff dengan *secondary outcomes* yaitu lama rawat di Ruang ICU, lama pemakaian ventilasi mekanik dan angka kematian. Kesimpulan : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dapat memberikan tekanan yang adekuat dan akurat dibandingkan dengan pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten

Kata Kunci: Pengukuran tekanan cuff endotracheal, Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu, Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten, Ventilator Associated Pneumonia.

Abstract

Background: Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) is a major complication in mechanically ventilated patients, often resulting from microaspiration due to inadequate endotracheal cuff pressure. Maintaining optimal cuff pressure can be achieved through continuous or intermittent monitoring. **Aim :** To compare the effectiveness of continuous versus intermittent cuff pressure monitoring in preventing VAP. **Methods:** A systematic review was conducted across PubMed, Scopus, Taylor dan Francis, and ScienceDirect. Articles were screened based on publication year, title, abstract, and relevance. **Results:** Of 550 identified studies, 7 met the inclusion criteria. Four studies reported greater VAP prevention efficacy with continuous monitoring ($p < 0.05$, $p = 0.06$, $p = 0.109$, $p = 0.02$; OR 0.45, 95% CI = 0.22–0.89). Six studies found no significant impact on secondary outcomes, including ICU length of stay, ventilation duration, and mortality. **Conclusion:** Continuous cuff pressure monitoring ensures more stable pressure regulation, potentially reducing VAP risk. Further studies are needed to assess its impact on clinical outcomes.

Keywords: Endotracheal cuff pressure measurement; Continuous endotracheal cuff pressure measurement; Intermittent endotracheal cuff pressure measurement; Ventilator Associated Pneumonia.

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

✉ Corresponding author :

Email : prima.khairunisa@ui.ac.id

Phone : 081226609569

PENDAHULUAN

Ventilator Associated Pneumonia (VAP) adalah salah satu golongan *Healthcare Associated Infections* (HAIs) yang timbul akibat perawatan di Rumah Sakit. VAP merupakan pneumonia yang terjadi setelah 48 jam atau lebih akibat pemakaian ventilasi mekanik (Kalanuria dkk., 2014; Papazian dkk., 2020). VAP terjadi sebanyak 80% dari pasien yang menggunakan ventilasi mekanik. Pasien yang mendapatkan bantuan pernapasan dengan ventilasi mekanik invasif berisiko mengalami infeksi akibat pemakaian ventilator pada minggu pertama sebesar 3% dan sekitar 10% pasien yang membutuhkan ventilasi mekanik invasif mengalami VAP (Astasio-Picado dkk., 2022).

VAP berdampak pada penggunaan ventilasi mekanik yang semakin lama, memperpanjang lama rawat di Intensive Care Unit, dan paling buruk berujung pada kematian. VAP di ICU memiliki insiden 13,5 hingga 23% dan menjadi salah satu penyebab umum morbiditas dan mortalitas. Angka kematian akibat VAP di China adalah 19,4-50% dan sekitar 14-50% di negara lain (Luo dkk., 2021). Sebuah penelitian di Eropa menyebutkan bahwa tingkat kematian akibat VAP yang terjadi dalam 30 hari pasca ditegakkan VAP adalah sebesar 29,9%, sedangkan tingkat kematian akibat VAP dini sebesar 19,2%, dan tingkat kematian akibat VAP lanjut sebesar 31,4% (Martin-Loeches dkk., 2018).

VAP disebabkan karena adanya mikroorganisme penyebab pneumonia yang mencapai saluran pernapasan bagian bawah. Penyebab utama dari masuknya mikroorganisme ke dalam saluran pernapasan bawah yaitu karena adanya mikroaspirasi dari sekresi yang terkolonisasi pada bagian orofaring (Lefebvre dkk., 2023). Mikroorganisme patogen berkumpul pada permukaan mukosa orofaring, plak gigi, sinus, dan lambung dalam beberapa jam setelah intubasi endotrakeal. Kolonisasi dari akumulasi sekresi orofaring berkumpul diatas cuff ETT. Penggunaan tabung nasogastrik (NGT) pada pasien terintubasi dapat memicu refluks gastroesofagus yang selanjutnya cairan lambung tersebut masuk ke dalam paru-paru dan memicu peradangan lokal. Beberapa teknik pencegahan untuk mencegah adanya mikroaspirasi ke dalam saluran pernapasan bawah salah satunya adalah pemantauan serta kontrol tekanan cuff trakea secara berkala (Blot dkk., 2014; Lefebvre dkk., 2023).

Pemantauan tekanan cuff secara berkala bertujuan untuk menjaga tekanan cuff trachea pada posisi optimal agar tidak mengalami *underinflasi* yang berdampak pada masuknya sekresi pada trachea yang menyebabkan pneumonia aspirasi, sementara tekanan yang *overinflasi* akan

berdampak pada ketidaknyamanan pasien (Ajith Kumar, 2024). Penelitian- penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur tekanan cuff trachea yaitu dengan menggunakan pengukuran secara kontinyu melalui alat otomatis yang dapat menjaga tekanan cuff pada rentang tekanan adekuat dan pengukuran secara intermiten. Kondisi ini mendorong dilakukannya tinjauan sistematis untuk mengevaluasi efektivitas pengukuran tekanan cuff trakea secara kontinyu dan intermiten dalam mencegah kejadian ventilator-associated pneumonia pada pasien yang menjalani ventilasi mekanik.

METODE

Tinjauan sistematis dengan penelusuran artikel dari penelitian sebelumnya. Pencarian literatur dilakukan pada beberapa database elektronik yaitu Pubmed, Scopus, Sciedirect dan Taylor and Francis, dengan PICO :

P : Pasien terintubasi di Ruang ICU.

I : Pengukuran tekanan cuff *endotracheal tube* kontinyu.

C : Pengukuran tekanan cuff *endotracheal tube* intermiten.

O : Kejadian *Ventilator Associated Pneumonia*.

Kriteria inklusi sesuai dengan pertanyaan penelitian PICO. Pencarian memuat PICO dan sinonim dari kata kunci serta *boolean operator* AND dan OR dengan kata kunci *endotracheal tube cuff pressure*, *P Cuff*, *ETT cuff pressure*, *ventilator associated pneumonia*. Artikel yang diinklusi adalah penelitian dengan desain *Randomized Control Trial* (RCT) dan *prospective observational design*, subyek penelitian pasien dewasa, artikel dipublikasikan tahun 2014- 2024 dan berbahasa inggris. Artikel berbahasa inggris dipilih karena keterbatasan peneliti dalam menafsirkan bahasa selain bahasa inggris. Kriteria eksklusi dalam telaah sistematis ini adalah artikel dengan desain retrospektif, *review* dan melibatkan subyek bukan manusia.

Data diekstraksikan dalam bentuk tabel memuat data peneliti, responden, desain penelitian, intervensi yang diberikan dan luaran atau *outcomes*. Kualitas artikel dinilai dengan instrumen *Critical Appraisal Program* (CASP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

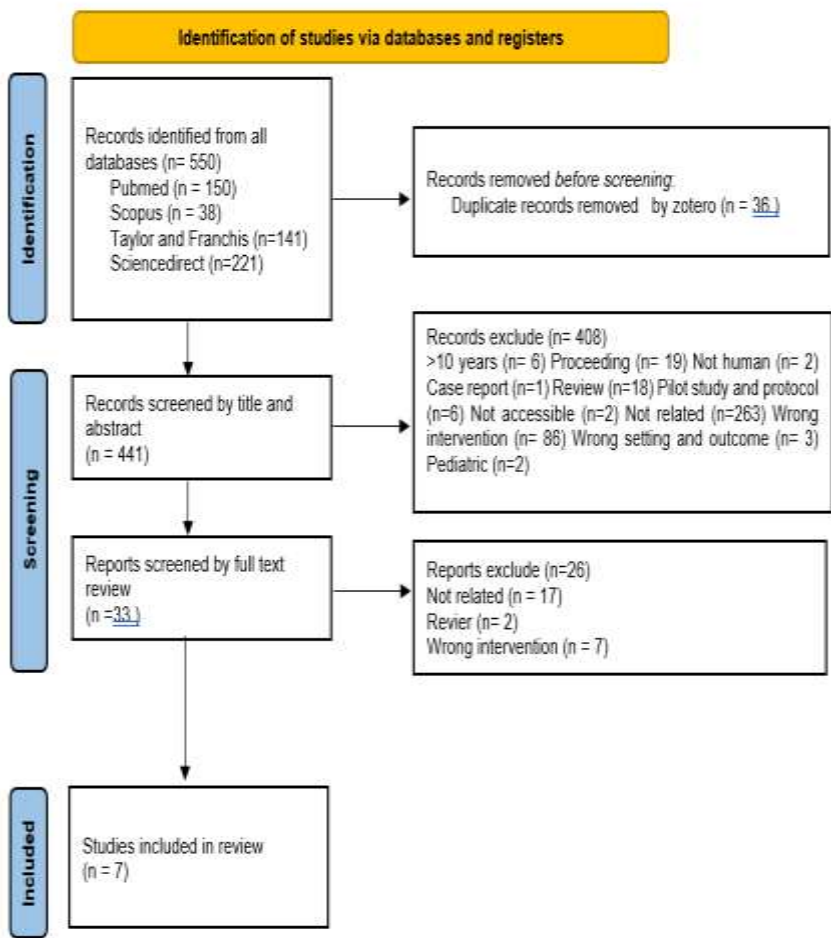
Penelitian ini menggunakan metode telaah sistematis mengenai efektifitas pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan intermiten, dengan mengacu pada pedoman PRISMA (Gambar 1). Penelusuran dilakukan pada beberapa database. Pada tahap identifikasi,

sejumlah 550 artikel ditemukan dari berbagai database yaitu Pubmed (150), Scopus (38), Sciencedirect (221), Taylor and Franchis (41).

Sejumlah 36 artikel teridentifikasi sebagai duplikat dan dieksklusikan,sehingga manghasilkan 441 artikel. Selanjutnya dari 441 artikel, penyaringan dilakukan dengan membaca judul dan abstrak, terdapat 408 artikel yang dieksklusikan, dan menghasilkan 33 artikel untuk dilakukan review dengan membaca *full text*, kemudian 26 artikel dieksklusikan, sehingga menghasilkan 7 artikel untuk dianalisis. Terdapat 7 artikel yang akan dianalisis (Tabel 1).

Dari 7 artikel yang dianalisis, 4 artikel menunjukkan hasil yang valid ditinjau dari

randomisasi yang dilakukan dan alat ukur untuk menilai kejadian VAP secara klinis pemeriksaan mikrobiologis dan foto thorax, serta menyebutkan justifikasi tidak dilakukanya *blinding* dalam penelitian. 1 artikel tidak menggunakan randomisasi dan menggunakan jenis ETT yang berbeda antara kelompok intervensi dan kelompok kontrol, 1 artikel tidak menyebutkan apakah *blinding* dilakukan atau tidak selama penelitian, 1 artikel tidak menyebutkan alat ukur yang digunakan untuk menilai kejadian VAP sebagai *outcomes* dari intervensi. Tidak ada studi yang dieksklusikan setelah dilakukan kritik artikel (Tabel 2).



Gambar 1 Diagram Alur Pencarian Artikel dengan PRISMA

Tabel 1 Ringkasan Artikel *Systematic Review*

No	Penulis	Desain	Sampel dan Intervensi	Alat Ukur	Hasil
1	Dat,dkk (2022) di Vietnam	RCT	Sampel : Pasien dewasa di Ruang ICU terintubasi min 24 jam pertama (n = 525) Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff ETT secara kontinyu dengan <i>Automatic continous cuff</i>	Perubahan progresif pada foto thorax dan setidaknya 2 dari kriteria berikut: - Suhu aksila >38°C atau <36°C. - Jumlah sel darah putih <4.0 109/L atau ≥12 × 109/L tanpa penyebab lain yang diakui.	- Tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok dalam hal kejadian VAP (p= 1,00 OR = 1,00, CI = 95%), namun secara pemeriksaan mikrobiologi

No	Penulis	Desain	Sampel dan Intervensi	Alat Ukur	Hasil
			<i>pressure controller</i> , dengan jenis alat 701, TRACOE medical, Nieder-Olm, Germany. Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff secara intermiten setiap 8 jam sekali dengan manometer <i>cuff controller</i> , dengan jenis alat Manometer cuff inflator VBM Medizintechnik, Sulz am Neckar, Germany.	- Timbulnya sekresi pernapasan purulen baru atau perubahan karakter dahak atau peningkatan volume dahak.	untuk mengonfirmasi VAP kemungkinan kejadian VAP sedikit lebih tinggi pada kelompok kontinyu, tetapi perbedaan ini tidak signifikan (p= 0,24, OR =1.32 CI = 95%). - Tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok pada lama rawat di ICU, lama pemakaian ventilasi mekanik dan angka kematian.
2	Sevdi,dkk (2022) di Turki	RCT	Sampel : Pasien dewasa dengan <i>traumatic brain injury</i> terpasang ventilasi mekanik di Ruang ICU (n=60). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan Smart Cuff Manager, dengan jenis alat Pneumatic SCM (Nosten; Leved, St-Maur, France). Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten setiap 4 jam sekali, dengan jenis alat Manometer cuff inflator Hi-Lo Hand Pressure Gauge manometer portable; ShleyTM, CovidienTM, Germany.	- <i>Clinical Pulmonary Infection Score</i> - Pemeriksaan C-Reaktif Protein. - Penggunaan FiO2, Peep. - Pemeriksaan kultur spesimen pernapasan. - Aspirasi trakea dalam (DTA) untuk mengetahui perkembangbiakan bakteri.	- Skor CPIS lebih tinggi secara statistik pada kelompok yang diberikan pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten (p < 0,05). - Tidak ada perbedaan signifikan antara kedua kelompok pada <i>secondary outcomes</i> yang dianalisis, yaitu lama rawat di ICU, lama pemakaian ventilasi mekanik dan angka kematian.
3	Marjanovic,dkk (2017) di Perancis	RCT	Sampel : Pasien dewasa dengan trauma terpasang ventilasi mekanik di Ruang ICU (n=437). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan <i>pneumatic device</i> dengan jenis alat Pneumatic device Nosten, Leved. Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten setiap 8 jam sekali dengan jenis alat manometer portable.	VAP ditegakkan berdasarkan <i>guidline</i> dari American Thoracic Society. Pasien dengan tanda klini VAP dikalkulasi dengan skoring <i>Clinical Pulmonary Infection Score</i> .	- Kejadian VAP lebih tinggi pada pasien yang dilakukan pengurukan tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dibanding pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten (p=0,71). - Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok terkait lama

No	Penulis	Desain	Sampel dan Intervensi	Alat Ukur	Hasil
					pemakaian ventilasi mekanik p = 0,5. - Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok terkait lama rawat di ICU p =0,45. - Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok terkait angka kematian pada hari ke-60 di ICU p =0,16.
4	Dauvergne,dkk (2020) di Perancis	RCT	Sampel : Pasien dewasa dengan cedera kepala akut yang terpasang ventilasi mekanik di Ruang ICU (n=65). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan <i>portable elastometric device</i> , dengan jenis alat TRACOE Smart Cuff Manager. Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten setiap 8 jam sekali, dengan jenis alat Manual manometer (Endotest1, RuschTMTeleflex1, Wayne, USA.	Tidak dijelaskan pengukuran infeksi paru.	- Kejadian infeksi pernapasan dini pada pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dan secara intermiten menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan (29% vs. 25%, P = 0.78). - Tidak ada perbedaan signifikan terkait lama pemakaian ventilasi mekanik, lama rawat di ICU dan angka kematian antara kedua kelompok.
5	De Pascale,dkk (2017) di Italia	RCT	Sampel : Pasien dewasa yang terpasang ventilasi mekanik dirawat di Ruang ICU (n=60). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan cuff <i>controller</i> dengan jenis alat AnapnoGuard 100 control unit (Hospitech Respiration LTD., Petach Tikva, Israel; ID 8 mm, OD 11.9). Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten setiap 8 jam sekali, dengan jenis alat manual manometer (Ambu Cuff Pres sure Gauge; Ambu A/S, Ballerup, Denmark).	Kriteria penegakan VAP : - Intubasi trakea dan ventilasi mekanis ≥ 48 jam. - Infiltrat paru radiologi baru. Progresif bersama dengan setidaknya dua dari berikut ini: - Suhu > 38°C atau < 36°C. - Leukositosis > 12.000/mm3 atau leucopenia < 4.000/mm3. - Sekresi pernapasan purulen. - Semua episode dikonfirmasi secara mikrobiologis dengan kultur kuantitatif lavage bronkoalveolar (≥ 104 cfu/ml).	- Kejadian VAP lebih rendah pada pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dibanding pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten (p=0,06). - Tidak ada perbedaan tingkat kejadian merugikan yang teridentifikasi antara kelompok. - Tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara lama pemakaian ventilasi mekanik,

No	Penulis	Desain	Sampel dan Intervensi	Alat Ukur	Hasil
				Kultur indeks.	lama rawat di ICU, angka kematian.
6	Muzlovic,dkk (2018) di Perancis	RCT	Sampel : Pasien dewasa yang terpasang ventilasi mekanik dirawat di Ruang ICU (n=103). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan cuff controller (dievaluasi setiap 4 jam sekali), tidak disebutkan jenis alat. Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten 2 kali sehari, tidak disebutkan jenis alat.	Kriteria VAP menurut CDC : - Peningkatan suhu tubuh. - Sputum purulen - Leukositopenia - Parameter inflamasi (C-Reaktif protein, laju endap darah, prokalsitonin) - Penurunan saturasi. Pemeriksaan mikrobiologi positif.	- Kejadian VAP lebih rendah pada pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dibanding pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten (p=0,109). - Angka kematian lebih tinggi pada responden dalam kelompok kontrol P = 0,014. Angka kematian berhubungan dengan kejadian VAP.
7	Lorente,dkk (2014) di Spanyol	Prospective observational design	Sampel : Pasien dewasa yang terpasang ventilasi mekanik dirawat di Ruang ICU (n=284). Kelompok intervensi : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dengan cuff controller, dengan jenis Mallinckrodt Pressure Control®; VBM Medizintechnik GmbH, Sulz am Neckar, Jerman. Kelompok kontrol : Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten setiap 8 jam sekali, dengan jenis alat Mallinckrodt Pres sure Manometer®; Mallinckrodt, Athlone, Ireland.	Penilaian klinis VAP yang terjadi setelah 48 jam pemakaian ventilasi mekanik, meliputi : - Onset baru secret purulent - Suhu tubuh > 38 atau < 35 - Leukosit > 10,000 mm3 atau < 4000,mm3 -Foto thorax menunjukkan infiltrate baru - Hasil kultur kuantitatif > 106 cfu.	- Kejadian VAP lebih rendah pada pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dibanding pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten (p=0,02). - Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik lama pemakaian ventilasi mekanik antara kedua kelompok P = 0,84. - Tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik angka kematian pada kelompok intervensi dan kelompok kontrol P = 0,9.

Tabel 2 Hasil Kritik Artikel dengan CASP

Peneliti	Fokus isu yang jelas	Rando misasi	Kesesuaian analisis	Blinding	Simillar start	Treated equally	Treatment effect	CI	Applicability
Dat VQ,dkk (2021)	√	√	√	-	√	√	√	√	√
Sevdi,dkk (2021)	√	√	√	UC	√	√	√	UC	√
Marjanovic,	√	√	√	-	√	√	√	√	√

dkk (2021)									
Dauvergne,dkk (2020)	√	√	√	-	√	√	√	√	√
De Pascale,dkk (2017)	√	√	√	-	√	√	√	√	√
Muzlovic,dkk (2015)	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Lorente dkk., (2014)	√	-	√	-	-	-	√	√	√

Note : UC = *Unclear* ; CI : *Covidence Limit*

Temuan Analisis

Total responden dari telaah ini adalah 1534 responden, mayoritas berasal dari Benua Eropa. Penelitian dilakukan di Perancis (32,7%) Jerman (6,7%) Italia (3,9%) Spanyol (18,9%) Turki (3,9%) dan Vietnam (34,9%). Karakteristik responden dari masing- masing penelitian adalah pasien trauma (29,01%) (De Pascale dkk., 2017; Lorente dkk., 2014; Marjanovic dkk., 2017), gangguan respirasi (17,6%) (Dat dkk., 2022; De Pascale dkk., 2017; Muzlovic dkk., 2018), gangguan neurologis (14,5%) (Dat dkk., 2022; De Pascale dkk., 2017; Muzlovic dkk., 2018), sepsis dan syok sepsis (14,15%) (Dat dkk., 2022; Muzlovic dkk., 2018), pasien tetanus (11,2%) (Dat dkk., 2022), pasien cedera kepala (3,9) (Dauvergne dkk., 2020; Sevdi dkk., 2022), gangguan kardiovaskular (5,2) (Dat dkk., 2022; De Pascale dkk., 2017; Muzlovic dkk., 2018) lainnya (3,7%). Rerata lama studi adalah 96 jam- 90 hari selama perawatan di Ruang ICU.

Tujuh penelitian yang dianalisis membandingkan efektifitas pengukuran tekanan cuff ETT secara kontinyu dan secara intermiten, dengan jumlah total kelompok intervensi yang diberikan pengukuran tekanan cuff secara kontinyu adalah 753, sedangkan jumlah total kelompok kontrol yang diberikan pengukuran tekanan cuff ETT secara intermiten adalah 781 responden.

Pengukuran Tekanan Cuff ETT terhadap Kejadian Ventilator Associated Pneumonia

Empat penelitian menyebutkan bahwa pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dengan alat yang terotomatisasi lebih efektif mencegah kejadian *Ventilator Associated Pneumonia* pada pasien terintubasi di Ruang ICU dengan nilai statistik $p = <0,05$ (Sevdi dkk., 2022), $p = 0,06$ (De Pascale dkk., 2017) , $p= 0,109$ (Muzlovic dkk., 2018), $p = 0,02$ (OR 0,45 ; 95% CI = 0,22-0,89) (Lorente dkk., 2014). Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dilakukan dengan menggunakan alat otomatis yang dapat memberikan tekanan cuff adekuat yaitu pada rentang 25-30 cmH2O(Marjanovic dkk., 2017), 25 cmH2O (Dat dkk., 2022), 20-30 cmH2O(Sevdi dkk., 2022), 25-30 cmH2O(Dauvergne dkk., 2020), 25-40 cmH2O(De Pascale dkk., 2017). Alat otomatis diatur agar dapat memberikan tekanan

cuff secara optimal. Alat yang digunakan berjenis *Automated continuous cuff pressure controller* (Dat dkk., 2022; Lorente dkk., 2014). *Pneumatic controller*(Marjanovic dkk., 2017; Sevdi dkk., 2022), *Anapnoguard controller* (De Pascale dkk., 2017) dan *Smart cuff controller* (Dauvergne dkk., 2020).

Pengukuran Tekanan Cuff ETT terhadap Lama Pemakaian Ventilasi Mekanik, Lama Rawat di ICU, Angka Kematian

Tujuh penelitian yang dianalisis juga melihat perbedaan lama pemakaian ventilasi mekanik, lama rawat di ICU, angka kematian antara kelompok intervensi yang diberikan pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dan kelompok kontrol yang diberikan pengukuran tekanan cuff secara intermiten. Enam penelitian menyebutkan tidak ada perbedaan signifikan terkait lama pemakaian ventilasi mekanik dengan nilai statistik $p=0,84$ (De Pascale dkk., 2017), $p=0,1$ (Lorente dkk., 2014), $p=0,99$ (Dauvergne dkk., 2020), $p=0,74$ (Muzlovic dkk., 2018) atau Tidak ada perbedaan lama rawat di Ruang ICU dengan nilai statistik $p =0,45$ (Marjanovic dkk., 2017) , $p=0,2$ (De Pascale dkk., 2017), $p=0,39$ (Dauvergne dkk., 2020), $p=0,88$ (Muzlovic dkk., 2018) dan tidak ada perbedaan terkait angka kematian dengan nilai statistik $p= 0,16$ (Marjanovic dkk., 2017), $p=0,9$ (Lorente dkk., 2014), $p=0,49$ dat $p=0,14$ (De Pascale dkk., 2017), $p= 0,99$ (Dauvergne dkk., 2020) . Sedangkan satu penelitian menyebutkan terdapat perbedaan angka kematian lebih tinggi pada responden dalam kelompok kontrol dengan $p = 0,014$, dimana angka kematian tersebut berhubungan dengan kejadian VAP(Muzlovic dkk., 2018).

Pembahasan

VAP adalah salah satu dari *hospital acquired pneumonia* yang paling sering terjadi dan menjadi salah satu penyebab pemanjangan rawat inap di Ruang ICU serta kematian. VAP disebabkan oleh adanya mikroaspirasi dari sekresi yang terkolonisasi pada bagian (Astasio-Picado dkk., 2022; Kalanuria dkk., 2014; Papazian dkk., 2020). tekanan endotracheal cuff yang kurang dari nilai optimal yaitu < 20 cmH2O memicu masuknya sekresi ke dalam trachea dan mencapai

saluran bawah paru yang kemudian menyebabkan terjadinya VAP, untuk itu pengukuran tekanan endotracheal cuff perlu dilakukan untuk memastikan tekanan pada posisi optimal (Blot dkk., 2014; Klompas dkk., 2022). Seiring berkembangnya teknologi di bidang kesehatan, pengukuran tekanan endotracheal cuff dapat dilakukan secara akurat dengan teknik kontinyu yaitu menggunakan alat yang dapat memastikan tekanan selalu terjaga dalam ukuran optimal dan dengan teknik intermiten menggunakan manometer cuff inflator (Khan dkk., 2016).

Empat penelitian menyebutkan bahwa pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dengan alat otomatis yang dapat memberikan tekanan pada rentang adekuat lebih efektif dalam mencegah terjadinya VAP pada pasien terintubasi (De Pascale dkk., 2017; Lorente dkk., 2014; Muzlovic dkk., 2018; Sevdı dkk., 2022). Perubahan tekanan endotracheal dipengaruhi oleh beberapa gerakan, posisi dan beberapa tindakan keperawatan, seperti pada saat pasien batuk, perubahan posisi dari semi fowler ke posisi miring kanan atau kiri, pemberian tindakan keperawatan seperti *oral hygiene*, *suctioning*, mandi, sehingga memicu perubahan tekanan cuff endotracheal. (Beccaria dkk., 2017)

Tekanan cuff ETT yang mengalami overinflasi berisiko terjadinya peningkatan tekanan pada trakhea yang menyebabkan hambatan aliran darah ke mukosa, selain itu juga berdampak pada obstruksi jalan napas (Hofstetter dkk., 2010; Sulovari dkk., 2022). Tekanan cuff ETT yang mengalami underinflasi berisiko terjadinya mikroaspirasi ke paru-paru yang berdampak pada terjadinya *ventilator associated pneumonia*. (Maselli dan Restrepo, 2011) Pengukuran tekanan cuff secara kontinyu diatur secara otomatis agar alat memberikan tekanan pada cuff ETT dalam rentang optimal, sehingga mencegah terjadinya *underinflasi* maupun *overinflasi*. Pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dengan alat otomatis ini juga membantu kinerja perawat dan tenaga kesehatan dalam melakukan pengukuran tekanan cuff secara adekuat. Namun penggunaan alat ini juga memerlukan pengawasan, seperti pada penelitian yang dilakukan Dat,dkk (2022) menyebutkan bahwa salah satu alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran tekanan cuff secara kontinyu mengalami kerusakan sehingga gagal berfungsi (Dat dkk., 2022).

Dua penelitian menyebutkan bahwa pengukuran tekanan cuff secara intermiten lebih efektif dalam mencegah kejadian VAP (Dat dkk., 2022; Marjanovic dkk., 2017) dan satu penelitian menyebutkan tidak ada perbedaan signifikan kejadian VAP terkait pengukuran tekanan cuff secara kontinyu dan secara intermiten (Dauvergne dkk., 2020). Pengukuran tekanan cuff secara intermiten efektif dalam mengurangi kejadian VAP yang dilakukan minimal setiap 4-8 jam sekali yang dilakukan dengan *cuff inflator*. Penelitian

sebelumnya yang dilakukan oleh Setyawati dan Sulisetyawati (2018) menyebutkan bahwa terjadi penurunan tekanan cuff ETT dari pengukuran awal yaitu sebesar 28 cmH₂O menjadi 19,63 cmH₂O setelah diberikan tekanan sebesar 25 cmH₂O pada 4 jam sebelumnya (Setiyawan dan Sulisetyawati, 2018). Pengukuran tekanan cuff secara intermiten yang tidak dilakukan secara berkala akan memicu kejadian *underinflation* maupun *overinflation* (Asai dkk., 2014; Setiyawan dan Sulisetyawati, 2018).

Pengukuran tekanan cuff secara intermiten lebih memerlukan perhatian dari perawat dan tenaga kesehatan, dibandingkan dengan pengukuran tekanan cuff secara kontinyu. Namun jika ditinjau dari segi biaya, manometer cuff inflator lebih terjangkau untuk pengadaan alat dimasing-masing Rumah Sakit, khususnya di Negara dengan pendapatan menengah ke bawah. Wen,dkk (2019) juga menyebutkan bahwa, penggunaan alat terotomisasi untuk mengukur tekanan cuff membutuhkan biaya yang lebih tinggi dalam pengadaan (Wen dkk., 2019). *Cuff controller* dengan beberapa merk dagang memiliki rentang harga 70 USD- 2500 USD ditambah dengan biaya untuk memberikan aliran listrik maupun *maintenance* baterai merupakan pengeluaran yang harus diperhitungkan dalam penggunaan *cuff controller* untuk mengukur tekanan endotracheal secara kontinyu (Turkeli dkk., 2023). Namun pada semua penelitian yang dianalisis tidak meninjau efisiensi biaya dari masing-masing jenis alat untuk mengukur tekanan cuff.

Luaran hasil lama rawat di Ruang ICU, lama pemakaian ventilasi mekanik dan kematian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu maupun secara intermiten. Hal ini dikarenakan, lama rawat, lama pemakaian ventilasi mekanik dan kematian dipengaruhi oleh faktor-faktor lain. Pasien dengan gangguan kardiovaskular, gangguan neurologi, gangguan serebrovaskular dan multi diagnosa memiliki risiko peningkatan lama rawat di Ruang ICU (Peres dkk., 2020; Toptas dkk., 2018). Hal-hal yang berhubungan dengan lama rawat adalah adanya peningkatan ureum, kreatinin dan natrium, sedangkan kematian di ICU dipengaruhi oleh keparahan penyakit dasar yang diderita. Kematian di ICU paling banyak disebabkan karena terjadinya kegagalan organ, tingkat kematian paling tinggi terjadi pada pasien dengan gangguan kardiovaskuler, gangguan respirasi dan gangguan ginjal (Orban dkk., 2015). Lama penggunaan ventilasi mekanik dipengaruhi oleh kemampuan menelan, reflek batuk, kestabilan hemodinamik, hasil pemeriksaan analisa gas darah dan rentang gerak (Baptistella dkk., 2021).

Keterbatasan dalam penelitian- penelitian yang dianalisis adalah pertama, tidak dilakukannya *blinding* kepada responden, peneliti ataupun

petugas yang memberikan intervensi, dengan justifikasi intervensi tidak mungkin dilakukan secara *blinding* karena setiap responden, peneliti dan petugas yang memberikan intervensi mengetahui alat mana yang akan digunakan pada setiap responden. Kedua adalah peneliti tidak menganalisis setiap jenis ETT yang digunakan pada masing-masing penelitian, penggunaan jenis ETT mungkin akan mempengaruhi kejadian VAP pada pasien terintubasi. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya dapat mengikutsertakan pemilihan jenis ETT yang digunakan secara bersamaan dengan pengukuran tekanan cuff endotracheal baik secara kontinyu maupun intermiten dalam mencegah kejadian VAP serta dapat menganalisis dari segi efisiensi biaya dalam penggunaan kedua alat ukur tekanan cuff ETT.

SIMPULAN

Pengukuran tekanan cuff endotracheal dapat dilakukan dengan beberapa teknik dengan memanfaatkan teknologi sehingga dapat memberikan tekanan yang adekuat sehingga mampu mencegah terjadinya Ventilator Associated Pneumonia. Telaah literatur ini memberikan penjelasan mengenai pengukuran tekanan endotracheal cuff secara kontinyu dengan menggunakan alat yang terotomatisasi dan secara intermiten menggunakan manometer cuff inflator.

Pengukuran tekanan cuff endotracheal secara kontinyu dapat memberikan tekanan yang adekuat dan akurat dibandingkan dengan pengukuran tekanan cuff endotracheal secara intermiten.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajith Kumar, A. K. (2024). Endotracheal Cuff-pressure Monitoring in ICU: A Standard of Care Yet to be Standardized, and Often Neglected. *Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 28(1), 8–10. <https://doi.org/10.5005/JP-JOURNALS-10071-24624>
- Asai, S., Motoyama, A., Matsumoto, Y., Konami, H., Imanaka, H., dan Nishimura, M. (2014). Decrease in cuff pressure during the measurement procedure: an experimental study. *Journal of Intensive Care*, 2(1), 34. <https://doi.org/10.1186/2052-0492-2-34>
- Astasio-Picado, Á., Jiménez, F. J. P., López-Sánchez, M., Jurado-Palomo, J., dan Zabala-Baños, M. del C. (2022). Pneumonia Associated with Mechanical Ventilation: Management and Preventive Aspects. *Applied Sciences* 2022, Vol. 12, Page 10633, 12(20), 10633. <https://doi.org/10.3390/APP122010633>
- Baptistella, A. R., Mantelli, L. M., Matte, L., da Rosa Ulanoski Carvalho, M. E., Fortunatti, J. A., Costa, I. Z., Haro, F. G., de Oliveira Turkot, V. L., Baptistella, S. F., de Carvalho, D., dan Filho, J. R. N. (2021). Prediction of extubation outcome in mechanically ventilated patients: Development and validation of the Extubation Predictive Score (ExPreS). *PLOS ONE*, 16(3), e0248868. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0248868>
- Beccaria, L., Doimo, T. M. A., Poletti, N. A. A., Barbosa, T. P., Silva, D., dan Werneck, A. (2017). Tracheal cuff pressure change before and after the performance of nursing care. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 70(6), 1145–1150.
- Blot, S. I., Poelaert, J., dan Kollef, M. (2014). How to avoid microaspiration? A key element for the prevention of ventilator-associated pneumonia in intubated ICU patients. *BMC infectious diseases*, 14, 119. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-14-119>
- Dat, V. Q., Minh Yen, L., Thi Loan, H., Dinh Phu, V., Thien Binh, N., Geskus, R. B., Khanh Trinh, D. H., Hoang Mai, N. T., Hoan Phu, N., Huong Lan, N. P., Phuong Thuy, T., Vu Trung, N., Trung Cap, N., Tuyet Trinh, D., Thi Hoa, N., Thi Thu Van, N., Luan, V. T. T., Quynh Nhu, T. T., Bao Long, H., ... Nadjm, B. (2022). Effectiveness of Continuous Endotracheal Cuff Pressure Control for the Prevention of Ventilator-Associated Respiratory Infections: An Open-Label Randomized, Controlled Trial. *Clinical Infectious Diseases*, 74(10), 1795–1803. <https://doi.org/10.1093/cid/ciab724>
- Dauvergne, J. E., Geffray, A. L., Asehnoune, K., Rozec, B., dan Lakhal, K. (2020). Automatic regulation of the endotracheal tube cuff pressure with a portable elastomeric device. A randomised controlled study. *Anaesthesia Critical Care and Pain Medicine*, 39(3), 435–441. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2020.04.007>
- De Pascale, G., Pennisi, M. A., Vallecoccia, M. S., Bello, G., Maviglia, R., Montini, L., Di Gravio, V., Cutuli, S. L., Conti, G., dan Antonelli, M. (2017). CO2 driven endotracheal tube cuff control in critically ill patients: A randomized controlled study. *PLoS ONE*, 12(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175476>
- Hofstetter, C., Scheller, B., Hoegl, S., Mack, M. G., Zwissler, B., dan Byhahn, C. (2010). Cuff overinflation and endotracheal tube obstruction: Case report and experimental study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 18(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-18-18/FIGURES/2>

- Kalanuria, A. A., Zai, W., dan Mirski, M. (2014). Ventilator-associated pneumonia in the ICU. *Critical Care*, 18(2), 1–8. <https://doi.org/10.1186/CC13775/TABLES/4>
- Khan, M., Khokar, R., Qureshi, S., Al Zahrani, T., Aqil, M., dan Shiraz, M. (2016). Measurement of endotracheal tube cuff pressure: Instrumental versus conventional method. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 10(4), 428. <https://doi.org/10.4103/1658-354X.179113>
- Klompas, M., Branson, R., Cawcutt, K., Crist, M., Eichenwald, E. C., Greene, L. R., Lee, G., Maragakis, L. L., Powell, K., Priebe, G. P., Speck, K., Yokoe, D. S., dan Berenholtz, S. M. (2022). Strategies to prevent ventilator-associated pneumonia, ventilator-associated events, and nonventilator hospital-acquired pneumonia in acute-care hospitals: 2022 Update. *Infection control and hospital epidemiology*, 43(6), 687. <https://doi.org/10.1017/ICE.2022.88>
- Lefebvre, C. W., Babich, J. P., Grendell, J. H., Grendell, J. H., Heffner, J. E., Thibault, R., Pichard, C., Monnet, X., Teboul, J.-L., Sinderby, C. A., Beck, J., Onugha, O. I., Spain, D. A., Bensard, D. D., Partrick, D. A., Asensio, J. A., Verde, J. M., Yeh, D. D., Cohen, M., ... Muizelaar, J. P. (2023). Ventilator-Associated Pneumonia. *Encyclopedia of Intensive Care Medicine*, 1773–1782. https://doi.org/10.1007/978-3-642-00418-6_91
- Lorente, L., Lecuona, M., Jiménez, A., Lorenzo, L., Roca, I., Cabrera, J., Llanos, C., dan Mora, M. L. (2014). Continuous endotracheal tube cuff pressure control system protects against ventilator-associated pneumonia. *Critical Care*, 18(2), R77. <https://doi.org/10.1186/CC13837>
- Luo, W., Xing, R., dan Wang, C. (2021). The effect of ventilator-associated pneumonia on the prognosis of intensive care unit patients within 90 days and 180 days. *BMC infectious diseases*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/S12879-021-06383-2>
- Marjanovic, N., Frasca, D., Asehounne, K., Paugam, C., Lasocki, S., Ichai, C., Lefrant, J.-Y., Leone, M., Dahyot-Fizelier, C., Pottecher, J., Falcon, D., Veber, B., Constantin, J.-M., Seguin, S., Guénégan, J., Mimoz, O., dan group, A. study. (2017). Multicentre randomised controlled trial to investigate the usefulness of continuous pneumatic regulation of tracheal cuff pressure for reducing ventilator-associated pneumonia in mechanically ventilated severe trauma patients: the AGATE study protocol. *BMJ open*, 7(8), e017003. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017003>
- Martin-Loeches, I., Rodriguez, A. H., dan Torres, A. (2018). New guidelines for hospital-acquired pneumonia/ventilator-associated pneumonia: USA vs. Europe. *Current opinion in critical care*, 24(5), 347–352. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000535>
- Maselli, D. J., dan Restrepo, M. I. (2011). Strategies in the prevention of ventilator-associated pneumonia. Dalam *Therapeutic Advances in Respiratory Disease*, 5(2), 131–141.
- Muzlovic, I., Perme, J., dan Stubljär, D. (2018). Orotracheal tube as a risk factor for lower respiratory tract infection: preliminary data from a randomised trial. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 130(9–10), 328–334. <https://doi.org/10.1007/s00508-017-1304-x>
- Orban, J. C., Walrave, Y., Leone, M., Allaouchiche, B., Lefrant, J. Y., Constantin, J. M., Jaber, S., dan Ichai, C. (2015). Causes and characteristics of death in icu: a national study. *Intensive Care Medicine Experimental*, 3(Suppl 1), A770. <https://doi.org/10.1186/2197-425X-3-S1-A770>
- Papazian, L., Klompas, M., dan Luyt, C. E. (2020). Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Medicine*, 46(5), 888. <https://doi.org/10.1007/S00134-020-05980-0>
- Peres, I. T., Hamacher, S., Oliveira, F. L. C., Thomé, A. M. T., dan Bozza, F. A. (2020). What factors predict length of stay in the intensive care unit? Systematic review and meta-analysis. *Journal of Critical Care*, 60, 183–194. <https://doi.org/10.1016/J.JCRC.2020.08.003>
- Setiyawan, S., dan Sulisetyawati, S. D. (2018). Tekanan Cuff Endotracheal Tube (ETT) Pada Pasien Terintubasi Di Intensive Care Unit. *Interest : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(2), 123–126. <https://doi.org/10.37341/INTEREST.V7I2.18>
- Sevdi, M. S., Demirgan, S., Erkalp, K., Akyol, O., Ozcan, F. G., Guneyli, H. C., Tunalı, M. C., dan Selcan, A. (2022). Continuous Endotracheal Tube Cuff Pressure Control Decreases Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia in Patients with Traumatic Brain Injury. *Journal of Investigative Surgery*, 35(3), 525–530. <https://doi.org/10.1080/08941939.2021.1881190>
- Sulovari, A., Laserna, A., Lustik, S., dan Pyne, S. (2022). Endotracheal Tube Cuff Overinflation Leading to Hypoxic Cardiac Arrest: A Case Report and Review of the Literature. *Cureus*, 14(8), e27610. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.27610>

- Toptas, M., Samanci, N. S., Akkoc, E., Yucetas, E., Cebeci, E., Sen, O., Can, M. M., dan Ozturk, S. (2018). Factors Affecting the Length of Stay in the Intensive Care Unit: Our Clinical Experience. *BioMed Research International*, 2018, 9438046. <https://doi.org/10.1155/2018/9438046>
- Turkeli, S., Özlem, S., Karatas, E., Elmas, F., Kurt, K., T. Ata, H., Çiçek, M. A., dan Ozaydin, F. (2023). IoT-Enabled Design and Implementation of an Endotracheal Tube Cuff Pressure Controller Device. *IEEE Access*, 11, 1–15.
- Wen, Z., Wei, L., Chen, J., Xie, A., Li, M., dan Bian, L. (2019). Is continuous better than intermittent control of tracheal cuff pressure? A meta-analysis. *Nursing in Critical Care*, 24(2), 76–82. <https://doi.org/10.1111/nicc.12393>