

Diameter dan Indeks *Inferior Vena Cava* (IVC) Berkorelasi dengan *Central Venous Pressure* (CVP) pada Pasien Kritis yang Menggunakan Ventilasi Mekanik di *Intensive Care Unit* (ICU)

Inferior Vena Cava (IVC) Diameter and Index Correlated with Central Venous Pressure (CVP) In Critical Patients using Mechanical Ventilation in the Intensive Care Units (ICU)

Buyung Hartiyo Laksono[✉], Arie Zainul Fatoni, Vilda Prasastri Yuwono, Aswoco Andyk Asmoro

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya/RSUD Dr. Saiful Anwar, Malang, Indonesia

[✉]Korespondensi: buyung4nest@ub.ac.id

ABSTRACT

Background: *The central venous pressure (CVP) measurement is one of the guiding methods of deresuscitation in patients with some cases. An increase in CVP value of 1 mmHg is associated with an increase in acute kidney injury (AKI) incidence. But as an invasive method, installing CVP has risks that need attention. On the other hand, measurement of diameter and Inferior vena cava index (IVC-Index), which ended into the right atrium using non-invasive ultrasound, can predict CVP values in patients. However, several studies of the relationship between CVP with diameter and IVC index have given controversial results.*

Objective: *This study is to analyse the relationship between CVP value with diameter and IVC index.*

Methods: *The research used a cross-sectional method on 30 patients using a ventilator in the intensive care unit with CVP. Central venous pressure, minimum and maximum diameter inferior vein cava (IVC max, IVC min), distensibility index (DI-index), and Aorto-caval index (Cava/Ao index) were measured. The data then analyzed using the correlation test on SPSS 18.0 software ($p < 0.05$).*

Result: *There are significant correlations between CVP and all variable tested (IVC max, IVC min, DI-index, and Cava/Ao index) ($p < 0.05$), with the correlation between CVP and IVC min become the strongest ($R = 0.908$). Correlation is positive, except between DI-index and CVP.*

Conclusion: *IVC min, IVC max, Cava/Ao index, and DI-index significantly have a strong correlation with CVP. Correlation occurs positively, except between DI-index and CVP.*

Keyword: *cava/aorta index; central venous pressure; distensibility index; inferior vena cava; ultrasound*

ABSTRAK

Latar belakang: Pengukuran *central venous pressure* (CVP) merupakan salah satu metode *guiding* deresusitasi pada pasien dengan kasus tertentu. Kenaikan nilai CVP 1 mmHg dikaitkan dengan peningkatan angka kejadian *acute kidney injury* (AKI). Namun sebagai sebuah metode yang invasif, pemasangan CVP memiliki risiko yang perlu diperhatikan. Di sisilain, pengukuran diameter dan indeks IVC yang bermuara di atrium kanan dengan menggunakan ultrasonografi (USG) non-invasif dinilai mampu untuk memprediksi nilai CVP pada pasien. Namun beberapa penelitian hubungan antara CVP dengan diameter dan indeks IVC memberikan hasil yang kontroversial.

Tujuan: Penelitian untuk mengetahui hubungan antara nilai CVP dengan diameter dan indeks IVC.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode *cross-sectional* pada 30 pasien yang dilakukan ventilasi mekanik dan pemasangan CVC di unit perawatan intensif. Parameter CVP, diameter minimum dan maksimum *inferior vein cava* (IVC mak, IVC min), *distensibility index* (DI-index), dan *aortacaval index* (Cava/Ao index) diukur. Data dianalisis menggunakan uji korelasi pada SPSS 18.0 ($p < 0.05$).

Hasil: Didapatkan korelasi signifikan antara CVP dan semua variabel yang diuji (IVC mak, IVC min, DI-index, dan Cava/Ao index) ($p < 0.05$), dengan korelasi terkuat antara CVP dan IVC min ($R = 0,908$). Korelasi bersifat positif, kecuali antara DI-index dan CVP.

Kesimpulan: Parameter IVC min, IVC mak, Cava/Ao- index, dan DI-index signifikan berkorelasi kuat dengan CVP. Korelasi terjadi bersifat positif, kecuali antara DI-index dan CVP.

Kata kunci: *cava/aorta index; central venous pressure; distensibility index; inferior vena cava; ultrasound*

PENDAHULUAN

Status volume pasien adalah salah satu parameter penting dalam tatalaksana pasien yang dalam kondisi kritis di *intensive care unit* (ICU). Ada berbagai macam pendekatan yang dapat digunakan dalam menilai dan melakukan pemantauan status volume pasien.¹ Penelitian *bedside* status volume pasien dengan kondisi kritis sangat diperlukan. Ketepatan manajemen cairan pada pasien kritis akan mempengaruhi angka mortalitas dan morbiditas pada pasien.²

Central venous pressure (CVP) adalah parameter hemodinamik invasif yang banyak digunakan.³ Dalam sebuah studi yang dilakukan pada terapi intensif

menemukan bahwa metode CVP digunakan lebih dari 90% dalam tatalaksana cairan pasien di ICU.⁴ Meskipun demikian, berdasarkan penelitian terbaru penggunaan CVP untuk pemantauan kecukupan cairan sudah dinilai kurang akurat daripada menggunakan modalitas lain seperti *stroke volume variation*, *pulse pressure variation*, maupun indeks vena sentral.⁵ Akan tetapi, penggunaan CVP masih bermakna untuk tatalaksana pasien dengan *acute kidney injury* (AKI), pasien dengan *overload*, dan pasien sepsis. Pada sebuah meta analisis, kenaikan nilai CVP pada pasien syok sepsis dikaitkan dengan peningkatan angka kejadian AKI dan angka mortalitas, sehingga penggunaan CVP

masih bisa digunakan untuk memutuskan kapan seorang klinisi harus menghentikan resusitasi cairan.^{6,7,8}

Sebagai sebuah parameter hemodinamik invasif, CVP memiliki banyak kekurangan antara lain risiko *pneumothorax*, *hematothorax*, infeksi, emboli udara, gangguan irama kardiak, dan biaya yang tinggi. CVP merupakan pengukuran tekanan pada *superior vena cava* (SVC) ataupun *inferior vena cava* (IVC), dan secara tidak langsung memberikan gambaran mengenai tekanan atrium kanan.^{9,10} Oleh karena itu, CVP menunjukkan pendekatan status kecukupan volume cairan intravaskular. Pendekatan status volume cairan *intravascular* (dalam hal ini *preload*) dapat pula dinilai menggunakan ultrasonografi (USG) *bedside* dengan mengevaluasi diameter SVC maupun diameter IVC.¹¹ Hal ini karena keduanya berhubungan langsung dengan atrium kanan jantung. Akan tetapi, karena posisi SVC lebih sulit dijangkau oleh probe USG *bedside*, maka pengukuran IVC lebih sering dilakukan. Metode ini dapat menggambarkan status volume cairan intravascular.¹²

Inferior vein cava (IVC) adalah struktur yang berjalan longitudinal terhadap kolumna spinalis dan berada di kanan dari aorta abdominalis serta termasuk dalam struktur retroperitoneal.^{12,13,14} Pengukuran diameter IVC dengan USG bermakna dalam menilai status cairan intravaskular maupun respons terhadap pemberian cairan. Penelitian dengan menggunakan studi prospektif pada 23 pasien dengan syok septik yang menggunakan ventilator menunjukkan bahwa pada diameter *inferior vena cava distensibility index* (DI-index) berhubungan erat dengan sensitivitas

preload. Pengukuran ini memiliki sensitivitas dan spesifisitas sebesar 90% terhadap *preload*.¹⁵ Prediktor lain dari indeks IVC adalah dengan membandingkan dengan diameter aorta abdominalis (*inferior vena cava – aorta index* = IVC: Ao *index*, Cava/Aorta *index*). Penelitian yang dilakukan Eman Salama terhadap 40 pasien yang menunjukkan adanya korelasi kuat antara status cairan intravaskular dengan indeks *caval-aorto*.¹⁶

Saat ini, USG menjadi alat diagnostik tambahan bagi perawatan intensif dalam menentukan masalah dan tatalaksana pasien kritis di ICU. Ultrasonografi berperan dalam penentuan status volume intravaskuler pasien dengan keuntungan prosedur *non-invasive*, tidak memerlukan waktu lama, dan biaya operasional yang lebih murah dibanding CVP. *Critical care ultrasonography* (CCUS) dapat dilakukan dengan waktu yang singkat, dapat dikerjakan berulang, dan tidak ada bahaya radiasi yang ditimbulkan. Dengan berbagai keuntungan ini *The Society for Critical Care Anesthesiologist* merekomendasikan penggunaan CCUS dalam tatalaksana pasien kritis di ICU.¹⁷

Penelitian hubungan antara CVP dengan diameter dan indeks IVC hingga saat ini masih merupakan sesuatu yang kontroversial. Penelitian pada 100 pasien di ICU untuk melihat hubungan antara indeks IVC dengan CVP, menunjukkan adanya korelasi korelasi yang kuat antara indeks IVC dengan CVP (nilai $r = -0.827$, $p < 0.0005$).¹⁸ Akan tetapi, pada tahun 2018 penelitian serupa dilakukan di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Ngwelezane di Afrika Selatan menunjukkan tidak ada korelasi yang signifikan antara CVP dengan IVC-CI.¹⁹ Oleh karena itu, penelitian ini

dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai CVP dengan diameter dan indeks IVC.

METODE

Metode penelitian telah disetujui oleh komite etik penelitian RSUD Dr. Saiful Anwar, Malang, Indonesia (No.400.065/K.3/302/2020). Kriteria inklusi subjek penelitian di antaranya pasien dirawat di ICU yang menggunakan ventilator dan terpasang CVC dengan benar sesuai *Sweet Spot*, dan pasien berusia 18-64 tahun. Kriteria eksklusi di antaranya pasien/keluarga yang menolak untuk menjadi subjek penelitian, riwayat kelainan jantung bawaan, mengalami peningkatan *abdominal compartment syndrome*, dan pasien dengan *Positive end expiratory pressure* (PEEP) ≥ 10 cmH₂O.

Pengambilan data dilakukan dengan mencatat nilai CVP yang terdapat pada monitor dan pengukuran diameter vena cava dengan USG pada subjek penelitian. Parameter yang diukur di antaranya *central venous pressure*, diameter minimal dan maksimal *inferior vena cava* (IVC min dan IVC maks), *inferior vena cava distensibility index* (DI-index), dan *aorto-caval index* (Cava/Ao index). Data yang dianalisis menggunakan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antara dua variabel pada SPSS 18 (IBM *Statistic*, USA). Data dianggap signifikan jika $p < 0,05$.

HASIL

Subjek penelitian ini adalah 30 pasien yang dirawat di ICU dengan ventilasi mekanik dan terpasang CVC. Karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Rata-rata subjek berusia $44,8 \pm 16,2$ tahun, dengan kelompok usia paling banyak masuk ke masa lansia akhir (56-65 tahun) yaitu

sebanyak 13 subjek (43,30%). Subjek laki-laki (53,30%) lebih banyak dibandingkan subjek perempuan (46,70%). Berat badan rata-rata subjek sebesar $65,33 \pm 9,91$ kg dan rata-rata tinggi subjek adalah $162,3 \pm 8,28$ cm. BMI subjek rata-rata sebesar $24,85 \pm 3,82$ kg/cm². Semua subjek penelitian menerima *pressure-synchronized intermittent mandatory ventilation* (PSIMV) dan *positive end expiratory pressure* (PEEP) 5-0. Sebanyak 20 subjek (66,7%) mendapat PInsp 16-20 cmH₂O dan 17 subjek (56,6%) mendapat P_{supp} 11-15 cmH₂O.

Berdasarkan rata-rata delta indeks CVP terhadap kenaikan CVP, diketahui jika setiap kenaikan CVP sebesar 1 mmHg mengakibatkan kenaikan atau penurunan parameter indeks CVP. Tiap kenaikan CVP sebesar 1 mmHg menyebabkan kenaikan IVC maks sebesar $0,11 \pm 0,17$ cm, kenaikan IVC min sebesar $1,10 \pm 0,10$ cm, dan kenaikan indeks Cava/Ao sebesar $0,04 \pm 0,08$ %. Akan tetapi, tiap kenaikan CVP 1 mmHg menyebabkan penurunan DI-index sebesar $-0,02 \pm 0,49$ % (Tabel 3).

Berdasarkan uji korelasi antara CVP dan parameter yang diamati, semua parameter (IVC min, IVC maks, Cava/Ao-index, dan DI-index) signifikan berkorelasi kuat dengan CVP ($p < 0,05$). CVP dan IVC min memiliki hubungan paling kuat dengan nilai R tertinggi ($R = 0,908$). Hubungan yang terjadi kebanyakan bersifat positif yaitu kenaikan CVP diikuti dengan kenaikan parameter yang diamati, kecuali antara CVP dan DI-IVC index. CVP memiliki hubungan yang bersifat negatif dengan DI-IVC index, yaitu ketika CVP mengalami kenaikan maka DI-IVC index mengalami penurunan (Tabel 3) (Gambar1).

Tabel 1. Karakteristik demografi subjek penelitian

Karakteristik demografi	Jumlah	Persentase (%)	Rata-rata	SD
Usia (rata-rata±SD)			44.8	±16.2
Kelompok Usia				
• Masa remaja akhir (17-25 th)	5	16.70%		
• Masa dewasa awal (26-35 th)	6	20.00%		
• Masa dewasa akhir (36-45 th)	3	10.00%		
• Masa lansia awal (46-55 th)	3	10.00%		
• Masa lansia akhir (56-65 th)	13	43.30%		
Jenis kelamin				
• Laki-laki	16	53.30%		
• Perempuan	14	46.70%		
Berat badan (kg) (rata-rata±SD)			65.33	±9.91
Tinggi badan (cm) (rata-rata±SD)			162.3	±8.28
BMI (rata-rata±SD)			24.85	±3.82
Mode Ventilator				
PSIMV	30	100%		
PEEP	5-10	30	100%	
Pinsp	11-15	1	3.3%	
	16-20	20	66.7%	
	21-25	2	6.7%	
	25-30	7	23.3%	
	Psupp	5-10	5	16.7%
Psupp	11-15	17	56.6%	
	16-20	3	10%	
	21-25	5	16.7%	

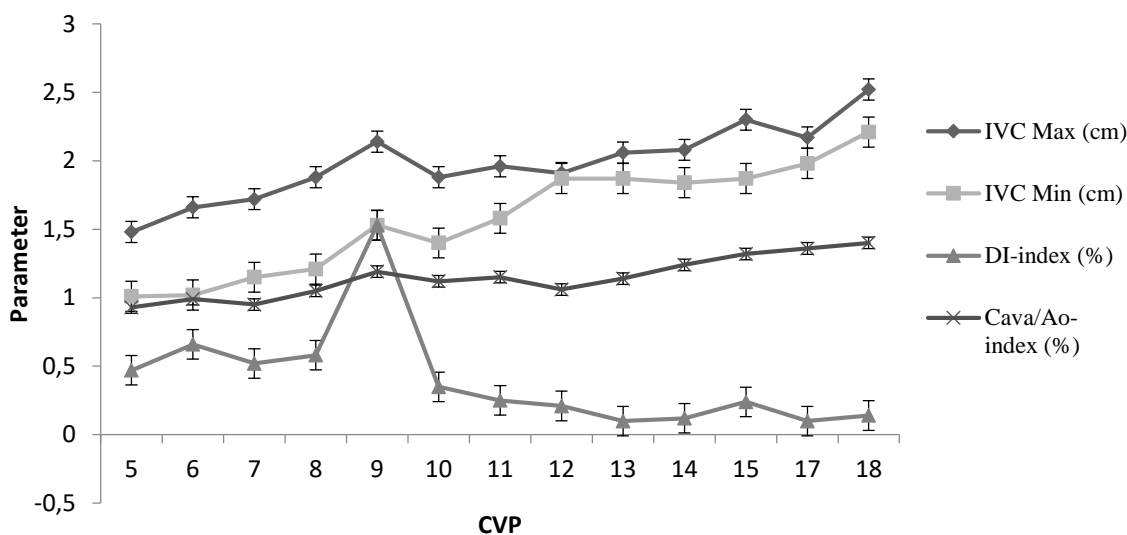
Keterangan: Pinsp: *inspiratory pressure*; Psupp: *pressure support level*; PEEP: *positive end expiratory pressure*; PSIMV: *pressure-synchronized intermittent mandatory ventilation*

Tabel 2. Delta dan Indeks CVP terhadap kenaikan CVP

CV P	n	Rata-rata ± SD				Delta			
		IVC Mak	IVC Min	DI-index	Cava/Ao-index	IV C Mak	IV C Min	DI-index	Cava/Ao-index
5	1	1,48	1,01	0,47	0,93	-	-	-	-
6	3	1,66±0.06	1,02±0.15	0,66±0.26	0,99±0.11	0,18	0,01	0,19	0,06
7	2	1,72±0.2	1,15±0.07	0,52±0.04	0,95±0.01	0,06	0,13	-0,14	-0,04
8	4	1,88±0.12	1,21±0.15	0,58±0.25	1,05±0.06	0,16	0,06	0,06	0,1
9	1	2,14	1,53	1,53	1,19			0,95	0,14
10	5	1,88±0.08	1,4±0.18	0,35±0.13	1,12±0.06			-1,18	-0,07
11	4	1,96±0.2	1,58±0.19	0,25±0.1	1,15±0.08			-0,1	0,03
12	1	1,91	1,87	0,21	1,06			-0,04	-0,09
13	1	2,06	1,87	0,1	1,14			-0,11	0,08

14	4	2,08±0.08	1,84±0.11	0,12±0.02	1,24±0.05	0,02	0,1	
15	2	2,3±0.09	1,87±0.04	0,24±0.08	1,32±0.08	0,12	0,08	
16	0	n/a	n/a	n/a	n/a	-	-	
17	1	2,17	1,98	0,1	1,36	-	-	
18	1	2,52	2,21	0,14	1,4	0,04	0,04	
Rata-rata delta ± SD						0,1 1 ± 0,1 7	1,10 ± 0,10 49	- 0,02±0,08

Keterangan: IVC mak: *inferior vena cava* maksimum; IVC min: *inferior vena cava* minimum; DI-index: *inferior vena cava distensibility index*; Cava/Ao-index: *Aorto-caval index*; n: jumlah



Gambar 1. Hubungan CVP dengan diameter dan indeks IVC

Keterangan: IVC mak: *inferior vena cava* maksimum; IVC min: *inferior vena cava* minimum; DI-index: *inferior vena cava distensibility index*; Cava/Ao-index: *Aorto-caval index*

Tabel 3. Hubungan antara CVP dan parameter

Parameter	Uji Korelasi	
	Nilai R	P-value
CVP-IVC min	0,908	0,000
CVP-Cava/Ao-index	0,839	0,000
CVP-IVC mak	0,803	0,000
CVP-DI-index	-0,727	0,000

Keterangan: CVP: *central venous pressure*; IVC mak: *inferior vena cava* maksimum; IVC min: *inferior vena cava* minimum; DI-index: *inferior vena cava distensibility index*; Cava/Ao: *Aorto-caval index*

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara diameter minimal *inferior vena cava* (IVC), diameter maksimal IVC, *distensibility index*, dan *aortocaval index* terhadap CVP pada pasien ICU yang menggunakan bantuan ventilasi mekanik. Parameter yang diukur pada masing-masing subjek adalah diameter minimal IVC diameter maksimal IVC, indeks distensibilitas, indeks cava aorta, serta CVP. Subjek penelitian terdiri dari 30 pasien yang dirawat di ICU dengan ventilasi mekanik dan terpasang CVC. Rata-rata subjek berusia $44,8 \pm 16,2$ tahun, dengan kelompok usia paling banyak masuk ke masa lansia akhir (56-65 tahun) yaitu sebanyak 13 subjek (43,30%). Subjek laki-laki (53,30%) lebih banyak dibandingkan subjek perempuan (46,70%). Rata-rata berat badan subjek sebesar $65,33 \pm 9,91$ kg dan rata-rata tinggi subjek adalah $162,3 \pm 8,28$ cm. BMI subjek rata-rata sebesar $24,85 \pm 3,82$ kg/cm². Subjek penelitian menerima *pressure-synchronized intermittent mandatory ventilation* (PSIMV) dan *positive end expiratory pressure* (PEEP) 5-10 cmH₂O. Sebanyak 20 subjek (66,7%) mendapat Pinsip 16-20 cmH₂O dan 17 subjek (56,6%) mendapat Psupp 11-15 cmH₂O.

Berdasarkan rata-rata delta indeks CVP terhadap kenaikan CVP, diketahui jika setiap kenaikan CVP sebesar 1 mmHg mengakibatkan kenaikan atau penurunan parameter indeks CVP. Tiap kenaikan CVP sebesar 1 mmHg menyebabkan kenaikan IVC maks sebesar $0,11 \pm 0,17$ cm, kenaikan IVC min sebesar $1,10 \pm 0,10$ cm, dan kenaikan indeks Cava/Ao sebesar $0,04 \pm 0,08$ %. Akan tetapi, tiap kenaikan CVP 1 mmHg menyebabkan penurunan *DI-index* sebesar $-0,02 \pm 0,49$ %.

Uji korelasi pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara diameter minimal IVC (IVC min), diameter maksimal IVC (IVC mak), indeks distensibilitas (*DI-index*), dan indeks cava aorta (*Cava/Ao-index*) terhadap CVP. Berdasarkan uji korelasi antara CVP dan parameter yang diamati, semua parameter (IVC min, IVC maks, *Cava/Ao-index*, dan *DI-index*) signifikan berkorelasi kuat dengan CVP ($p < 0,05$). Hubungan yang terjadi pada umumnya bersifat positif yaitu kenaikan CVP diikuti dengan kenaikan parameter yang diamati, kecuali antara CVP dan *DI-index*. Hasil uji korelasi ini bermakna secara klinis bahwa pengukuran diameter IVC minimal dan maksimal merupakan metode yang baik dalam pendekatan status volume cairan intravaskular. Hal ini karena CVP merupakan pengukuran tekanan pada *Superior vena cava* (SVC) ataupun IVC dan secara tidak langsung memberikan gambaran mengenai tekanan atrium kanan.²⁰ *Critical Care Ultrasonography* (CCUS) menyebutkan bahwa pengukuran diameter IVC dapat dilakukan dengan waktu yang singkat, dapat dikerjakan berulang, dan tidak menimbulkan bahaya radiasi.²¹ Dengan berbagai keuntungan ini, *The Society for Critical Care Anesthesiologist* merekomendasikan penggunaan CCUS dalam tatalaksana pasien kritis di ICU.¹⁷

Hasil uji korelasi ini membuktikan bahwa indeks cava aorta (*Cava/Ao index*) memiliki korelasi yang kuat dengan CVP pada subjek kritis. Penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara CVP dengan indeks cava aorta pada pasien preoperatif.¹⁶

Uji korelasi indeks antara distensibilitas (DI-*Index*) dengan CVP pada penelitian ini signifikan memiliki korelasi kuat dengan tipe korelasi negatif, dimana *distensibility index* berbanding terbalik dengan CVP. Hal ini berarti semakin besar indeks distensibilitas, semakin rendah CVP.²² Nilai probabilitas yang signifikan juga menandakan bahwa korelasi tersebut signifikan mempengaruhi CVP. Hasil uji korelasi ini membuktikan bahwa pengukuran indeks distensibilitas merupakan metode yang cukup baik dalam pendekatan status volume cairan intravaskuler pada pasien dengan bantuan ventilator karena menggambarkan pengaruh IVC terhadap komponen ventilasi tekanan positif dan PEEP.²³

Hubungan antara CVP dengan diameter dan indeks IVC memiliki korelasi yang signifikan sehingga nilai CVP dapat menggambarkan nilai IVC, dan sebaliknya. Nilai korelasi paling tinggi secara berurutan menuju paling rendah yaitu didapatkan pada CVP-IVC min, CVP-Cava/Ao *index*, CVP-DI *index*, dan CVP-IVC min. Hal ini diperkirakan karena adanya pengaruh PEEP dan ventilasi tekanan positif pada pasien yang menggunakan ventilasi mekanik di ICU.^{23,24} Semakin banyak variabel yang mempengaruhi maka nilai korelasinya akan turun, sehingga hubungan CVP dengan IVC-min menempati posisi korelasi yang paling tinggi karena IVC-min hanya dipengaruhi PEEP saja yaitu saat fase ekspirasi maksimal pada pasien dengan menggunakan bantuan ventilator.

Meskipun hubungan IVC dengan CVP menunjukkan hasil yang kontroversial,^{18,25} yaitu pada tahun 2017 di Pakistan dilakukan penelitian terhadap 100 pasien di ICU untuk melihat hubungan

antara indeks IVC dengan CVP, pada penelitian ini didapatkan adanya korelasi yang kuat antara indeks IVC dengan CVP. Sedangkan, pada tahun 2018 penelitian serupa dilakukan di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Ngwelezane di Afrika Selatan, peneliti melihat hubungan CVP dengan *inferior vena cava-collapsibility index (IVC-CI)* dari 44 pasien unit gawat darurat, hasil dari penelitian ini tidak ada korelasi yang bermakna antara CVP dengan diameter IVC dan IVC-CI.¹⁹ Namun pada penelitian yang telah kami lakukan pada tahun 2020 terdapat hubungan yang bermakna dengan korelasi yang kuat antara CVP dengan IVC baik diameter IVC secara tunggal maupun dengan indeks IVC pada pasien yang menggunakan ventilator di ICU RSUD Dr.Saiful Anwar Malang. Dengan korelasi signifikan secara berurutan paling tinggi menuju yang paling rendah sebagai berikut: hubungan CVP-IVC min, CVP-Cava/Ao-*index*, CVP-IVC mak, dan terakhir CVP-DI-*index*.

Dengan adanya korelasi yang signifikan antara nilai IVC dengan CVP, penelitian ini memiliki makna klinis pengukuran IVC dengan USG yang non-invasif memiliki peran untuk menggantikan CVP yang invasif sebagai pedoman seorang klinisi dalam terapi cairan. Kapan seorang klinisi harus menghentikan terapi cairan, pemberian vasopressor, atukah memerlukan terapi diuresis berdasarkan pemeriksaan IVC pasien. Karena berdasarkan meta analisis peningkatan 1 mmHg nilai CVP akan meningkatkan angka terjadinya AKI pada pasien. CVP merupakan target *innate* yang berbeda pada setiap pasien, sehingga menjaga nilai CVP serendah mungkin dengan mempertahankan hemodinamik stabil akan meningkatkan luaran pasien.⁶ Pada penelitian ini didapatkan setiap

kenaikan CVP 1 mmHg akan menaikkan diameter IVC maksimal 0,11cm, diameter IVC minimal 0,10 cm, Cava/Ao-index 0,04, dan menurunkan *distensibility index* 0,02. Sehingga pasien kritis ICU sebaiknya diperiksa IVC dengan USG secara berkala untuk mengevaluasi dan mengawal manajemen cairan yang diberikan, dengan mempertahankan pada suatu nilai tertentu agar tidak terjadi perubahan diameter maupun indeks IVC yang akan menaikkan CVP, dimana pasien dengan kondisi itu memiliki hemodinamik yang stabil.

KESIMPULAN

Parameter IVC min, IVC mak, Cava/Ao-index, dan DI-index berkorelasi kuat secara bermakna dengan CVP. Korelasi terjadi bersifat positif, kecuali antara DI-index dan CVP.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mackenzie DC, Noble VE. Assessing volume status and fluid responsiveness in the emergency department. *Clin Exp Emerg Med*. 2014;1(2):67-77. doi:10.15441/ceem.14.040
2. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: A positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. *Crit Care Med*. 2011;39(2):259-265. doi:10.1097/CCM.0b013e3181feeb15
3. Ghafoori Yazdi M, Shoghli A, Faghihi S, Baratloo A. Central Venous Pressure Monitoring; Introduction of a New Device. *Emerg (Tehran, Iran)*. 2016;4(2):52-54. doi:10.22037/emergency.v4i2.9131
4. Kalantari K, Chang JN, Ronco C, Rosner MH. Assessment of intravascular volume status and volume responsiveness in critically ill patients. *Kidney Int*. 2013;83(6):1017-1028. doi:10.1038/ki.2012.424
5. Angappan S, Parida S, Vasudevan A, Badhe AS. The comparison of stroke volume variation with central venous pressure in predicting fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Indian J Crit care Med*. 2015;19(7):394-400. doi:10.4103/0972-5229.160278
6. Chen CY, Zhou Y, Wang P, Qi EY, Gu WJ. Elevated central venous pressure is associated with increased mortality and acute kidney injury in critically ill patients: A meta-analysis. *Crit Care*. 2020;24(1):1-8. doi:10.1186/s13054-020-2770-5
7. Honoré PM, Pierrakos C, Spapen HD. Relationship Between Central Venous Pressure and Acute Kidney Injury in Critically Ill Patients. Published online 2019:303-311. doi:10.1007/978-3-030-06067-1_23
8. Yang Y, Ma J, Zhao L. High central venous pressure is associated with acute kidney injury and mortality in patients underwent cardiopulmonary bypass surgery. *J Crit Care*. 2018;48:211-215. doi:10.1016/j.jcrc.2018.08.034
9. Cowie BS, Kluger R, Rex S, Missant C. The relationship between superior vena cava diameter and collapsibility and central venous pressure. *Anaesth Intensive Care*. 2015;43(3):357-360. doi:10.1177/0310057x1504300312
10. Shah P, Louis M. *Physiology, Central Venous Pressure*. StatPearls [Internet]. StatPearls

- Publishing; 2021.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519493/>
11. Killu K, Coba V, Blyden D, et al. Sonographic Assessment of Intravascular Fluid Estimate (SAFE) Score by Using Bedside Ultrasound in the Intensive Care Unit. *Crit Care Res Pract.* 2020;2020(Ivc). doi:10.1155/2020/9719751
 12. Lyon M, Blaivas M, Brannam L. Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *Am J Emerg Med.* 2005;23(1):45-50. doi:10.1016/j.ajem.2004.01.004
 13. Petik B. Inferior vena cava anomalies and variations: imaging and rare clinical findings. *Insights Imaging.* 2015;6(6):631-639. doi:10.1007/s13244-015-0431-z
 14. Jia Z, Wu A, Tam M, Spain J, McKinney JM, Wang W. Caval Penetration by Inferior Vena Cava Filters: A Systematic Literature Review of Clinical Significance and Management. *Circulation.* 2015;132(10):944-952. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016468
 15. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004;30(9):1740-1746. doi:10.1007/s00134-004-2259-8
 16. Salama ER, Elakashlan M. Pre-operative ultrasonographic evaluation of inferior vena cava collapsibility index and caval aorta index as new predictors for hypotension after induction of spinal anaesthesia: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol.* 2019;36(4):297-302. doi:10.1097/EJA.0000000000000956
 17. Lydia M, Kenneth S. Critical Care Ultrasound. In: *Critical Care Secret Textbook.* Elsevier; 2018.
 18. Ilyas A, Ishtiaq W, Assad S, et al. Correlation of IVC Diameter and Collapsibility Index With Central Venous Pressure in the Assessment of Intravascular Volume in Critically Ill Patients. *Cureus.* 2017;i(2):0-7. doi:10.7759/cureus.1025
 19. Govender J, Postma I, Wood D, Sibanda W. Is there an association between central venous pressure measurement and ultrasound assessment of the inferior vena cava? *African J Emerg Med.* 2018;8(3):106-109. doi:10.1016/j.afjem.2018.03.004
 20. Boldt J, Lenz M, Kumle B, Papsdorf M. Volume replacement strategies on intensive care units: Results from a postal survey. *Intensive Care Med.* 1998;24(2):147-151. doi:10.1007/s001340050536
 21. Yin W, Li Y, Zeng X, et al. The utilization of critical care ultrasound to assess hemodynamics and lung pathology on ICU admission and the potential for predicting outcome. *PLoS One.* 2017;12(8):1-14. doi:10.1371/journal.pone.0182881
 22. Sartika LD, Pradian E, Dian N, Sudjud RW, Aditya R. Hubungan Volume Cairan dengan Cardiac Output dan Venous Return pada Pasien Kritis. *JAI (Jurnal Anestesiologi Indones).* 2019;11(3):164-177. doi:10.14710/jai.v11i3.25251
 23. Chamber D, Huang C, Matthews G. *Basic Physiology for Anaesthetists.* Second Edi. Cambridge University Pers; 2019.

24. Lesmana H. AKURASI PENGUKURAN TEKANAN VENA SENTRAL (Central Venous Pressure). *J Borneo Holist Heal.* 2018;1(1):1-13.
25. Stone MB, Huang J V. Inferior vena cava assessment: Correlation with cvp and plethora in tamponade. *Glob Heart.* 2013;8(4):323-327.
doi:10.1016/j.gheart.2013.11.004