



## Uji Kesesuaian Hasil Penilaian Status Volume Intravaskular Antara Diameter Vena Cava Inferior (IVC) dengan *Vascular Pedicle Width* (VPW)

Rudyanto Sedono<sup>1\*</sup>, Amir S. Madjid<sup>1</sup>, Farahnar Hamidiana<sup>1</sup>

1. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia

\*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestcricar.v38i2.195

### ABSTRAK

**Latar Belakang:** Kondisi hipovolemia atau hipervolemia dapat meningkatkan angka morbiditas dan mortalitas. Baku emas penilaian status volume intravaskular adalah pemeriksaan *immunoassay* yang bersifat invasif, sulit, dan lama sehingga klinisi mencari teknik yang tidak invasif, mudah, dan singkat. Pemeriksaan diameter inferior vena cava (IVC) dengan ultrasonografi (USG) dan *vascular pedicle width* (VPW) dengan radiografi dada merupakan teknik noninvasif yang mulai digunakan untuk menilai status volume intravaskular. Pemeriksaan VPW dapat dilakukan di instansi yang tidak memiliki ultrasonografi (USG). Uji kesesuaian IVC dan VPW dalam menilai status volume intravaskular hanya pernah dilakukan pada pasien dengan ventilasi mekanik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil penilaian status volume intravaskular antara teknik USG diameter IVC dengan teknik radiografi dada VPW pada pasien bernapas spontan.

**Metode:** Penelitian ini merupakan uji klinis observasional analitik potong lintang untuk mengetahui kesesuaian hasil penilaian status volume intravaskular dengan metode IVC dan VPW pada pasien di Instalasi Gawat Darurat (IGD). Penelitian dilakukan setelah mendapatkan persetujuan etik dan tanda tangan subjek pada lembar *informed consent*. Sebanyak 39 subjek dilibatkan dalam penelitian ini. Pengukuran VPW dari hasil radiografi dada di IGD dilanjutkan dengan pengukuran diameter serta *collapsibility index* IVC dengan USG. Data yang terkumpul dianalisis lebih lanjut dengan secara statistik dengan menghitung Koefisien Kappa.

**Hasil:** Nilai median diameter IVC 1,1 cm (0,46–3 cm). Nilai median *collapsibility index* IVC 33% (10,2–100%). Nilai median VPW 5,7 cm (3,5–10,8 cm). Tidak ada kesesuaian antara diameter rerata IVC dengan VPW (koefisien Kappa -0,085). Tidak ada kesesuaian antara diameter maksimal IVC dengan VPW (koefisien Kappa -0,123). Kesesuaian juga tidak didapatkan dari *collapsibility index* dengan VPW (koefisien Kappa 0,069)

**Simpulan:** Tidak didapatkan kesesuaian antara penilaian status volume intravaskular dengan metode pengukuran diameter IVC dan metode pengukuran VPW.

**Kata Kunci:** Status volume intravaskular; *inferior vena cava*; *vascular pedicle width*



## Compatibility between Inferior Vena Cava (IVC) Diameter and Vascular Pedicle Width (VPW) in Assessing Intravascular Volume

Rudyanto Sedono<sup>1\*</sup>, Amir S. Madjid<sup>1</sup>, Farahnar Hamidiana<sup>1</sup>

1. Departement of Anesthesiology and Intensif Care, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Dr. Cipto Mangunkusumo National General Hospital, Jakarta, Indonesia

\*corresponding author

### ABSTRACT

**Background:** Hypovolemia and hypervolemia can both increase morbidity and mortality rate. Gold standard in assessing intravascular volume is immunoassay measurement, an invasive and difficult procedure with longer period of time. Therefore, a non-invasive and easier procedure with shorter period of time is required. Inferior vena cava (IVC) and vascular pedicle width (VPW) are both noninvasive and easy techniques to measure intravascular volume status. VPW can be done without ultrasonography (USG). Compatibility between IVC and VPW had only been done in patients with mechanical ventilation. This study aimed to measure compatibility between IVC diameter and VPW in assessing intravascular volume status in spontaneous breathing patient.

**Methods:** This was an observational cross sectional analytic study in the emergency room to measure compatibility between IVC and VPW in assessing intravascular volume status during May 2018. Study began after obtaining ethics approval and patients signing the informed consent forms. Thirty-nine subjects were involved in this study. VPW was measured with chest X-ray while diameter and collapsibility index of IVC were assessed with USG. Collected data were statistically analyzed with Kappa Coefficient.

**Result:** Median IVC diameter for this study was 1.1 cm (0.46–3 cm). Median IVC collapsibility index was 33% (10.2–100%). Median VPW was 5.7 cm (3.5–10.8 cm). There was no compatibility between mean IVC diameter and VPW (Kappa coefficient -0.085). There was also no compatibility between maximum IVC diameter and VPW (Kappa coefficient -0.123). Compatibility was also not found between collapsibility index of IVC and VPW (Kappa coefficient 0.069)

**Conclusion:** There was no compatibility between IVC diameter and VPW in assessing intravascular volume status.

**Keywords:** Intravascular volume status; inferior vena cava; vascular pedicle width

## PENDAHULUAN

Status volume intravaskular merujuk pada volume darah sistem sirkulasi manusia. Volume cairan tubuh didistribusikan ke dalam dua kompartemen utama, intraselular dan ekstraselular. Komponen intravaskular meliputi darah, protein plasma dan ion. Kondisi hipovolemia akan menyebabkan air dan elektrolit ditarik dari komponen interstisial ke intravaskular untuk mengatasi kekurangan volume tersebut.<sup>1,2</sup> Pada kondisi hipotensi, biasanya diresusitasi menggunakan cairan kristaloid untuk mempertahankan perfusi jaringan serta meningkatkan volume sekuncup dan curah jantung. Hipovolemia yang tidak tertangani dan penggunaan agen *vasopressor* yang tidak perlu dapat menimbulkan hipoperfusi organ dan iskemia.<sup>3</sup> Pemberian cairan yang berlebihan atau pasien dengan balans cairan kumulatif positif pun dapat meningkatkan kejadian gagal napas, edema paru, sepsis, hipertensi abdomen, sindrom kompartemen abdomen, peningkatan lama penggunaan ventilasi mekanik, dan lama perawatan di *Intensive Care Unit* dan rumah sakit.<sup>4</sup> Pasien dengan balans cairan positif memiliki risiko menderita acute kidney injury (AKI) lebih besar dibandingkan pasien balans negatif.<sup>5</sup> Morgan dkk. menyebutkan balans positif setelah AKI berhubungan erat dengan mortalitas.<sup>6</sup> Penilaian yang akurat untuk menilai status volume intravaskular masih merupakan tantangan bagi seorang klinisi.<sup>7,8</sup>

Terdapat beberapa teknik penilaian status volume intravaskular, yaitu statis dan dinamis serta invasif dan noninvasif.<sup>8,9</sup> Baku emas penilaian status volume intravaskular adalah pemeriksaan *radioimmunoassay*. Walaupun akurat, pemeriksaan ini memerlukan injeksi radioisotop, waktu yang lama, dan penilaian berkala sebelum mendapatkan hasil akhir, serta pasien perlu ditransfer dari luar ruang perawatan sehingga sangat menyulitkan bagi pasien kritis. Pencarian teknik untuk menilai status volume intravaskular yang noninvasif, cepat, akurat dan objektif terus dilakukan. Pemeriksaan diameter dan *collapsibility index* IVC (*inferior vena cava*) menjadi alternatif terpercaya dalam menilai status volume intravaskular.<sup>10,11,12</sup> IVC merupakan pembuluh darah dengan komplians yang besar sehingga ukurannya bergantung

pada jumlah total cairan tubuh dan respirasi. Ekspansi IVC dipengaruhi oleh jumlah volume darah sehingga diameter IVC dapat digunakan untuk mengukur status volume intravaskular.<sup>2,10</sup> Corl dkk. menyebutkan bahwa pengukuran IVC bermakna pada pasien dengan penyakit kritis.<sup>13</sup> Selain itu, pengukuran diameter dan *collapsibility index* pada IVC dapat diulang dan mudah dilakukan, walaupun operator yang melakukan ekokardiografi tidak terlalu terampil.<sup>2,12</sup>

Radiografi dada secara umum tersedia di setiap rumah sakit untuk menilai kelainan kardiopulmonal. Radiografi dada merupakan prosedur yang cepat, murah, mudah dinilai dan *noninvasive*.<sup>9,14,15</sup> Parameter radiografi dada yang dilaporkan akurat sebagai prediktor status volume intravaskular adalah *vascular pedicle width* (VPW) dan *cardiothoracic ratio* (CTR).<sup>8</sup> Wang dkk. menyebutkan VPW dapat digunakan untuk menentukan status volume intravaskular sebab terdapat korelasi antara perubahan serial VPW dengan perubahan status volume cairan.<sup>15</sup> VPW sangat berhubungan dengan total volume cairan tubuh pada pasien dan perubahan status volume cairan tubuh sangat berhubungan dengan perubahan VPW.<sup>16</sup> Pengukuran VPW bervariasi berdasarkan tinggi badan pasien, bentuk tubuh dan variasi teknik seperti rotasi pasien, kurangnya usaha saat inspirasi, atau posisi terlentang dengan berdiri. Pemeriksaan radiografi dada di *Intensive Care Unit* (ICU) harus dapat diulang sebab posisi tubuh yang sama dan jarak film dengan dinding dada standar yang standar sangat diperlukan.<sup>17</sup> Studi ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian antara pengukuran diameter IVC dengan USG dan pengukuran VPW dengan radiografi.

## METODE PENELITIAN

### *Desain Penelitian*

Penelitian ini adalah uji observasional analitik potonglintang (*crosssectional*) untuk mengetahui kesesuaian hasil penilaian status volume intravaskular pasien di ruang resusitasi Instalasi Gawat Darurat (IGD) antara diameter *inferior vena cava* (IVC) dengan *vascular pedicle width* (VPW). Perkiraan jumlah sampel pada penelitian ini menggunakan rumus uji kesesuaian antara kedua metode pengukuran dengan perkiraan *drop out* sebesar 10%, maka jumlah sampel

yang dibutuhkan sebesar 40 orang. Pengambilan sampel dilakukan setelah mendapat persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia – Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo (FKUI-RSCM) (252/UN.2/F1/ETIK/2018).

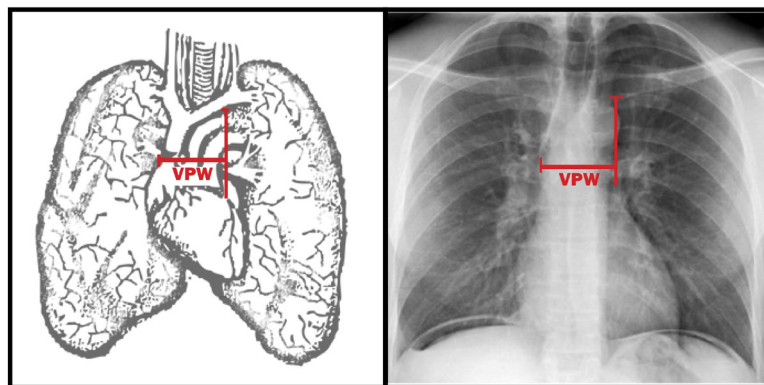
**Kriteria Inklusi dan Eksklusi**

Pasien di ruang resusitasi IGD lantai 1 RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo yang bernapas spontan akan dievaluasi kelayakannya untuk diikutsertakan dalam penelitian ini. Kriteria inklusi penelitian ini adalah pasien dewasa tidak terintubasi usia 18-65 tahun yang masuk ke ruang resusitasi IGD lantai 1, indeks masa tubuh 18,5–35 kg/m<sup>2</sup> serta bersedia menjadi peserta penelitian dan menandatangani surat persetujuan. Kriteria eksklusi penelitian ini

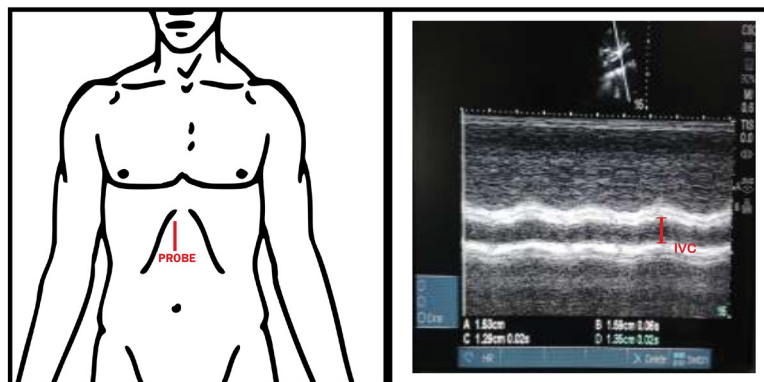
adalah pasien dengan indeks masa tubuh > 35 kg/m<sup>2</sup>, pasien terintubasi, riwayat operasi toraks atau jantung, pascaradiasi eksterna dan interna, serta pasien hamil. Pasien dengan kondisi IVC dan VPW yang tidak dapat diukur akan dikeluarkan dari studi ini.

**Protokol Penelitian**

Penilaian IVC dengan ultrasonografi dilakukan oleh Peserta Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Anestesiologi dan Terapi Intensif tahap mandiri yang sudah dilatih dan dinyatakan berkompeten. Validasi semua hasil pengukuran dilakukan oleh satu orang dokter spesialis anestesiologi FKUI-RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo. Pasien yang memenuhi kriteria penerimaan dan tidak masuk dalam kriteria penolakan diberikan informasi yang lengkap tentang penelitian ini secara lisan



**Gambar 1.** Cara mengukur *Vascular Pedicle Width* (VPW)



**Gambar 2.** Cara mengukur IVC. Posisi probe USG (kiri) dan pengukuran IVC pada USG (kanan).

oleh peneliti. Jika pasien setuju berpartisipasi, maka pasien menandatangani formulir persetujuan (*informed consent form*). Data yang dicatat, yaitu: nama, nomor rekam medis, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan.

Pasien dilakukan pemeriksaan radiografi dada dalam posisi terlentang dan datar dengan tempat tidur sesuai kriteria standar pemeriksaan radiografi dada di RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo. Pengukuran nilai VPW dilakukan oleh dokter spesialis radiologi, hasilnya diambil dari laporan radiologi pasien, dikatakan normal bila nilainya 4,8–5,8 cm.

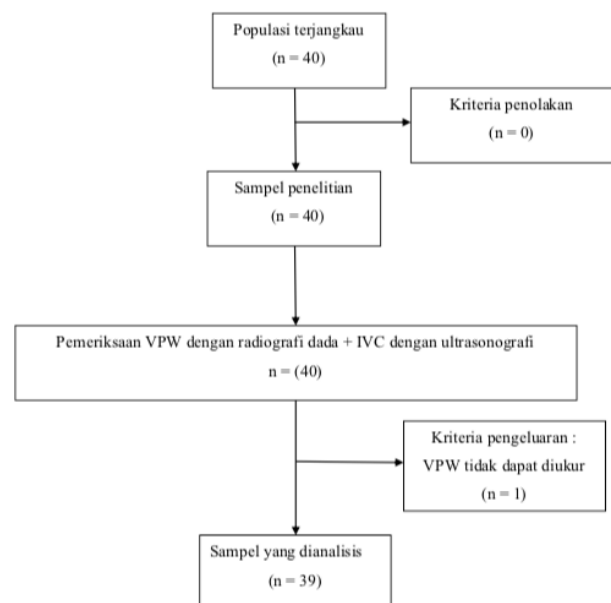
Selanjutnya dilakukan pengukuran diameter IVC dengan USG (Sonosite™, United States) oleh PPDS Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif yang telah divalidasi menggunakan pendekatan transtoraks subkostal. Transducer USG diletakkan di bawah xiphisternum 1–2 cm ke kanan garis tengah, penanda USG diarahkan ke *sternal notch*. IVC diukur 2 cm arah kaudal dari muara vena hepatica di IVC. Diameter IVC diukur dari dinding IVC bawah ke atas atau sebaliknya. Ditentukan status volume intravaskularnya dengan nilai normal diameter IVC antara 1–2,5 cm. Nilai *collapsibility index* dikatakan normal bila hasilnya 12-50%. Bila diameter IVC dan nilai VPW tidak dapat ditentukan, pasien dikeluarkan dari penelitian. Pengukuran diameter IVC dilakukan maksimal 1 jam setelah radiografi dada untuk menghindari terjadi perubahan status volume intravaskular akibat diberikan intervensi seperti resusitasi cairan, obat diuretik dan obat vasopressor. Kemudian dilakukan evaluasi kesesuaian nilai status volume intravaskular menggunakan IVC dan VPW.

### Analisis Statistik

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan program komputer *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versi 20. Dilakukan analisis deskriptif (komparatif) dan uji normalitas rerata perbedaan kedua hasil pengukuran dengan menggunakan tes Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk. Sebaran data dikatakan normal jika pada uji normalitas nilai  $p > 0,05$ . Selanjutnya dilakukan analisis Kappa untuk penilaian kesesuaian antara hasil VPW dan IVC.

## HASIL PENELITIAN

Dari 40 subjek yang memenuhi kriteria penerimaan dan bersedia menandatangani informed consent penelitian, terdapat satu pasien yang masuk kriteria pengeluaran karena nilai VPW tidak dapat diukur (Gambar 1). Data dari sebanyak 39 pasien dilanjutkan hingga proses analisis data. Karakteristik subjek penelitian didominasi oleh jenis kelamin laki-laki dengan rerata usia subjek sekitar 41, 33 ± 13,37 cm dan memiliki Indeks Massa Tubuh (IMT) berkisar 21,29 ± 5,04 kg/m<sup>2</sup> (Tabel 1).



Gambar 3. Skema Penelitian

Tabel 2 menunjukkan data diameter rerata IVC, *Collapsibility Index* (CI) IVC, dan nilai VPW subjek penelitian. Pengukuran diameter IVC maksimal dan minimal dilakukan pada saat inspirasi dan ekspirasi. Data diameter IVC yang ditemukan saat pengukuran berdistribusi tidak normal sehingga didapatkan nilai median 1,1 cm dengan nilai minimum 0,46 cm dan maksimum 3 cm. *Collapsibility index* dikatakan normal bila hasilnya berkisar antara 12% - 50%, data yang ditemukan juga berdistribusi tidak normal, didapatkan nilai median 33% dengan nilai minimum 10,2% dan maksimum 100%. Data nilai VPW yang ditemukan pada penelitian ini berdistribusi tidak normal, didapatkan median VPW 5,7 cm dengan nilai minimum 3,5 cm dan maksimum 10,8 cm.

**Tabel 1.** Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Deskripsi
Jenis kelamin	
Laki-laki	28 (71,8%)
Perempuan	11 (28,2%)
Usia (tahun)	41, 33 ± 13,37
Tinggi badan (cm)	164,07 ± 8,78
Berat badan (kg)	58,19 ± 15,34
IMT (kg/m <sup>2</sup> )	21,29 ± 5,04
CTR (%)	
<50	22 (68,8%)
>50	33 (84,6%)

Keterangan: Data kategorik ditampilkan daam bentuk n (%), data numerik dengan sebaran normal ditampilkan dalam bentuk rerata ± simpang baku, dan data numerik dengan sebaran tidak normal ditampilkan dalam bentuk median (nilai minimal – nilai maksimal). IMT = indeks massa tubuh. CTR = *cardiothoracic ratio*.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Perbandingan Skala FLACC Istirahat dan Bergerak antara Kelompok Metamizol dan Asetaminofen pada Saat Pulih Sadar, Jam ke-4, ke-6, ke-12, ke-24.

	Normal	Tidak normal	Total
IVC	25 (64,1%)	14 (35,9%)	39 (100%)
CI-IVC	26 (66,7%)	13 (33,3%)	39 (100%)
VPW	20 (51,3%)	19 (48,7%)	39 (100%)

Keterangan: Data disajikan dalam bentuk n (%)

**Tabel 3.** Kesesuaian Diameter Rerata, *Collapsibility Index*, Diameter Maksimal IVC dengan Nilai VPW

Variabel	VPW		Koefisien Kappa*	Nilai p
	Normal	Tidak		
<b>Rerata Diameter IVC</b>				
Normal	12	13	-0,085	0,584
Tidak Normal	8	6		
<b>Collapsibility index IVC</b>				
Normal	14	12	0,069	0,651
Tidak Normal	6	7		
<b>Diameter maksimal IVC</b>				
Normal	7	9	-0,123	0,433
Tidak Normal	13	10		

\*Kesesuaian makin kuat bila koefisien Kappa mendekati angka 1

Tabel 3 menunjukkan analisis kesesuaian antara penilaian status volume intravaskular antara teknik ultrasonografi IVC dengan radiografi dada VPW. Data hasil analisis kesesuaian menunjukkan tidak adanya kesesuaian hasil penilaian status volume intravaskular antara teknik ultrasonografi IVC dengan radiografi dada VPW.

## PEMBAHASAN

### **Kesesuaian Penilaian Status Volume Intravaskular antara IVC dengan VPW**

IVC dan VPW merupakan teknik penilaian status volume intravaskular yang telah diuji sebelumnya, namun belum pernah ada penelitian yang membandingkan kesesuaian penilaian IVC dengan VPW pada pasien yang bernapas spontan. Kedua teknik ini bukan merupakan baku emas penilaian status volume intravaskular sehingga tidak dapat dijadikan rujukan tunggal. Penelitian ini mendapatkan nilai Koefisien Kappa berkisar antara  $-0,085$  sampai dengan  $-0,069$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kesesuaian hasil penilaian status volume intravaskular antara metode pengukuran IVC dengan VPW. Perbedaan hasil dengan penelitian Wang dkk. mungkin disebabkan karena VPW memiliki sensitivitas 100% dan spesifisitas 80% hanya pada keadaan hipervolemia.<sup>15</sup> Populasi penelitian ini berbeda. Walaupun pada penelitian ini ditemukan enam pasien dengan nilai VPW  $>7$  cm, namun pada keenam pasien tersebut tidak didapatkan diameter IVC  $>2,5$  cm atau *collapsibility index* IVC  $<12\%$ .

Penelitian Yussac dkk. di RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo tahun 2011 pada pasien dengan status normovolemia menemukan sensitivitas *collapsibility index* IVC sebesar 94,4% dan spesifisitas hanya 66,7%.<sup>18</sup> Hal ini menunjukkan bahwa penilaian VPW dan *collapsibility index* IVC tidak dapat dijadikan sebagai penentu hasil akhir status volume intravaskular baik pada kondisi normovolemia maupun hipervolemia. Namun, pemeriksaan VPW masih dapat digunakan sebagai alat bantu penilaian status volume intravaskular apabila terdapat keterbatasan alat bantu penilaian di tempat tersebut. Penyebab lain tidak sesuainya penilaian status volume intravaskular antara IVC dengan VPW adalah perbedaan volume inspirasi dan ekspirasi tiap

pasien yang bernapas spontan walaupun syarat radiografi dada yang baik dan benar serta visualisasi IVC sudah terpenuhi.<sup>13</sup>

Penelitian Salahuddin dkk. melaporkan hubungan antara diameter IVC dan VPW sebesar 0,64% dengan peningkatan nilai VPW 0,28 mm juga akan meningkatkan rerata diameter IVC sebesar 1 mm pada pasien dengan ventilasi mekanik.<sup>14</sup> Pada penelitian ini kami tidak menemukan kesesuaian antara IVC dan VPW. Hal ini mungkin terjadi karena perbedaan penerapan baku emas teknik penilaian. Penelitian Salahuddin dkk. menganggap IVC sebagai baku emas penilaian status volume intravaskular, sedangkan berdasarkan teori sebelumnya, baku emas dalam penilaian status volume intravaskular adalah pemeriksaan *radioimmunoassay*.<sup>14</sup> Penyebab lain perbedaan hasil pada penelitian ini adalah perbedaan mode napas pasien. Penelitian ini dilakukan pada pasien napas spontan sehingga dasar penilaian diameter IVC pun berbeda. Diameter IVC maksimal pada napas spontan adalah saat pasien ekspirasi, berbeda pada pasien dengan ventilasi mekanik, diameter IVC maksimal justru pada saat pasien inspirasi.

### **Keterbatasan Penelitian**

Pada penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan yang peneliti alami. Subjek pada penelitian ini memiliki diagnosis dan status volume intravaskular yang beragam, tetapi tidak dilakukan penilaian klinis pada pasien. Penilaian IVC yang dilakukan pada pasien napas spontan memiliki keterbatasan bahwa besar usaha inspirasi dan ekspirasi tiap pasien tidak sama sehingga efek yang ditimbulkan terhadap diameter IVC pun berbeda. Terkadang, gambaran radiografi dada tidak menunjukkan inspirasi yang adekuat, walaupun syarat radiografi dada yang baik dan benar sudah terpenuhi. Keterbatasan lain penelitian ini adalah tidak dibedakannya kriteria tidak normal hasil penilaian IVC dan VPW menjadi hipovolemia dan hipervolemia.

## SIMPULAN

Tidak didapatkan kesesuaian antara penilaian status volume intravaskular dengan metode pengukuran diameter IVC dan metode pengukuran VPW. Nilai median IVC pasien di IGD RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo adalah 1,11 cm

dengan nilai minimum 0,46 cm dan maksimum 3 cm. Nilai median VPW pasien di IGD RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo sebesar 5,7 cm dengan nilai minimum 3,5 cm dan maksimum 10,8 cm. Tidak ada kesesuaian antara diameter rerata IVC dengan VPW (koefisien Kappa -0,085). Tidak ada kesesuaian antara diameter maksimal IVC dengan VPW (koefisien Kappa -0,123). Kesesuaian juga tidak didapatkan dari *collapsibility index* dengan VPW (koefisien Kappa 0,069).

### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Gehdoo RP. *Post operative pain management iMarik PE. Fluid resuscitation and volume assessment. Handbook of Evidence-Based Critical Care*. Berlin : Springer Science + Business Media, LLC, 2010: 55 — 77.
- Marx G, Schindler AW, Mosch C, Albers J, Bauer M, Gnass I, et al. *Intravascular volume therapy in adults: guidelines from the association of the scientific medical societies in Germany*. Eur J Anaesthesiol. 2016;33(7):488 — 521.
- Kalkwarf K. J, Cotton B.A. *Resuscitation for Hypovolemic Shock*. Surg Clin North Am. 2017 Dec;97(6):1307 — 1321
- Pourmand A. , Pyle M., Yamane D., Sumon K., Frasure S.E. *The Utility of Point-Of-Care Ultrasound in the Assessment of Volume Status in Acute and Critically Ill Patients*. World J Emerg Med. 2019;10(4):232 — 238.
- Shen Y. , Zhang W. , Cheng X., Ying M. *Association Between Postoperative Fluid Balance and Acute Kidney Injury in Patients After Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study*. J Crit Care. 2018 Apr;44:273 — 277.
- Oh T. K. , Song I. , Do Sang H. , Jheon S. , Lim C. *Association of Perioperative Weight-Based Fluid Balance With 30-day Mortality and Acute Kidney Injury Among Patients in the Surgical Intensive Care Unit*. J Anesth. 2019 Jun;33(3):354 — 363.
- Chaves R. C. F., Corrêa T.D., Neto A.S., Bravim B. A., Cordioli R. L., Moreira F.T. *Assessment of Fluid Responsiveness in Spontaneously Breathing Patients: A Systematic Review of Literature*. Ann Intensive Care. 2018 Feb 9;8(1):21.
- Salahuddin, N., Hussain, I., Alsaidi, H., Shaikh, Q., Joseph, M., Hawa, H., & Maghrabi, K. *Measurement of the vascular pedicle width predicts fluid repletion: a cross-sectional comparison with inferior vena cava ultrasound and lung comets*. Journal of Intensive Care. 2015: 3(1).
- Sugie, M., Kamiya, Y., Iizuka, N., Murakami, H., Kawamura, M., & Ichikawa, H. *Revisiting Clinical Utility of Chest Radiography and Electrocardiogram to Determine Ischemic Stroke Subtypes: Special Reference on Vascular Pedicle Width and Maximal P-Wave Duration*. European Neurology, 2015;73(5 — 6), 342 — 350.
- Celebi Yamanoglu NG, Yamanoglu A, Parlak I, Pinar P, Tosun A, Erkuran B, et al. *The role of inferior vena cava diameter in volume status monitoring; the best sonographic measurement method?* Am J Emerg Med. 2015;33(3):433 — 8.
- Claire-Del Granado, R., & Mehta, R. L. *Fluid overload in the ICU: evaluation and management*. BMC Nephrology, 2016;17(1).
- Kent A, Patil P, Davila V, Bailey JK, Jones C, Evans DC, et al. *Sonographic evaluation of intravascular volume status: Can internal jugular or femoral vein collapsibility be used in the absence of IVC visualization?* Ann Thorac Med. 2015;10(1):44 — 9.
- Corl, K. A., George, N. R., Romanoff, J., Levinson, A. T., Chheng, D. B., Merchant, R. C., Napoli, A. M. *Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients*. Journal of Critical Care. 2017; 41, 130 — 137.
- Salahuddin N, Hussain I, Alsaidi H, Shaikh Q, Joseph M, Hawa H, et al. *Measurement of the vascular pedicle width predicts fluid repletion: a cross-sectional comparison with inferior vena cava ultrasound and lung comets*. J Intensive Care. 2015;3:55.
- Wang H, Shi R, Mahler S, Gaspard J, Gorchynski



- 
- J, D'Etienne J, et al. *Vascular pedicle width on chest radiograph as a measure of volume overload: meta-analysis*. West J Emerg Med. 2011;12(4):426 — 32.
16. Salahuddin N, Aslam M, Chishti I, Siddiqui S. *Determination of intravascular volume status in critically ill patients using portable chest X-rays: Measurement of the vascular pedicle width*. Indian J Crit Care Med. 2007;11(4):192 — 7.
17. Taghizadieh A, Nia KS, Moharramzadeh P, Pouraghaei M, Ghavidel A, Parsian Z, et al. *The PCQP score for volume status of acutely ill patients: integrating vascular pedicle width, caval index, respiratory variability of the QRS complex and R wave amplitude*. Indian J Crit Care Med. 2017;21(11):726 — 32.
18. Yussac MA, Dharmeizar, Abdullah M, Antono D, Muhadi. *Nilai diagnostik dan peran pemeriksaan indeks kolapsibilitas diameter vena kava inferior dalam menilai berat kering pada pasien hemodialisis*. Jurnal Penyakit Dalam Indonesia. 2016;3(2):88 — 92.