



Perbandingan Ekokardiografi Transtorakal dan *Ultrasonic Cardiac Output Monitor* dalam Menilai Respon Terapi Cairan pada Pasien Sepsis

Andrio Farel Edward Gultom¹, Bastian Lubis^{1*}, Dadik Wahyu Wijaya¹

1. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sumatera Utara - RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia

*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestcricar.v4i2.328

ABSTRAK

Latar Belakang: Pada sepsis terjadi deplesi volume intravaskular, sehingga dibutuhkan pemeriksaan yang akurat dan non-invasif untuk pemantauan hemodinamik. Ekokardiografi transtorakal (ETT) telah menjadi standar baku. *Ultrasonic cardiac output monitor* (USCOM) adalah alat pemantauan hemodinamik non-invasif, yang menggunakan gelombang ultrasonik Doppler. USCOM dapat mengukur *cardiac output* (CO), *stroke volume* (SV), *stroke volume respiratory variation* (SVV), dan beberapa parameter hemodinamik lainnya.

Metode: Penelitian ini merupakan *pre-posttest study* dengan total sampel sejumlah 40 pasien. Pada sampel dilakukan pemeriksaan dengan ETT dan USCOM untuk menilai respon terapi cairan pada pasien sepsis.

Hasil: SVV dengan menggunakan TTE sebelum terapi cairan (T0) dengan rerata sebesar $9,45 \pm 2,51$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 27 pasien (67,5%). SVV dengan menggunakan USCOM sebelum terapi cairan (T0) dengan rerata sebesar $9,14 \pm 2,9$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 24 pasien (60%).

Simpulan: Penelitian ini menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ETT dengan USCOM untuk menilai respon terapi cairan pasien sepsis yang dirawat di ICU Rumah Sakit H. Adam Malik Medan.

Kata Kunci: Ekokardiografi transtorakal; sepsis; *stroke volume respiratory variation*; *ultrasonic cardiac output monitor*



Comparison of Transthoracic Echocardiography and Ultrasonic Cardiac Output Monitor in Assessing the Response to Fluid Treatment in Sepsis

Andrio Farel Edward Gultom¹, Bastian Lubis^{1*}; Dadik Wahyu Wijaya¹

1. Departement of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Universitas Sumatera Utara - H. Adam Malik General Hospital, Medan, Indonesia

*corresponding author

DOI: 10.55497/majanestcricar.v4i2.328

ABSTRACT

Background: In sepsis, intravascular volume depletion occurs, so an accurate and non-invasive examination is needed for hemodynamic monitoring. Transthoracic echocardiography (TTE) has become the gold standard. Ultrasonic cardiac output monitor (USCOM) is a non-invasive hemodynamic monitoring device, that use Doppler ultrasound waves. USCOM can measure cardiac output (CO), SV, SVV and several other hemodynamic parameters.

Methods: This research is a pretest-posttest study with a total sample of 40 patients who were examined by Transthoracic Echocardiography and USCOM in assessing response to fluid therapy in septic patients.

Results: SVV using TTE before fluid therapy (T0) with an average of 9.45 ± 2.51 , where patients who responded to fluids were 27 patients (67.5%). SVV using USCOM before fluid therapy (T0) with an average of 9.14 ± 2.9 , where patients who responded to fluids were 24 patients (60%).

Conclusion: This study showed that there was no significant difference between TTE and USCOM to assess the response to fluid therapy in septic patients treated in the ICU of Haji Adam Malik Hospital Medan.

Keywords: Sepsis; stroke volume respiratory variation; transthoracic echocardiography; ultrasonic cardiac output monitor

PENDAHULUAN

Syok pada dasarnya adalah keadaan malperfusi dan didefinisikan sebagai bentuk umum dari kegagalan sirkulasi akut yang mengancam jiwa yaitu pemanfaatan oksigen yang tidak memadai oleh sel. Walaupun cairan sudah digunakan sehari-hari di ruang perawatan intensif, sedikitnya hanya 40% pasien sakit kritis yang responsif terhadap cairan. Dalam hal ini, beberapa ahli merekomendasikan untuk menginfus kristaloid dengan volume tetap (30 mL/kg dalam 3 jam pertama) segera setelah diagnosis syok septik dibuat, meskipun beberapa menyarankan strategi manajemen cairan yang lebih individual. Kelebihan cairan telah terbukti menjadi prediktor independen kematian pada sakit kritis, seperti pada pasien dengan syok septik, sindrom gangguan pernapasan akut, dan pasien yang menjalani operasi besar. Jika terdapat indikasi untuk pemberian cairan, memisahkan pasien yang respons (peningkatan stroke volume) dari pasien yang tidak responsif terhadap cairan kemudian dapat mengidentifikasi pasien yang dapat memperoleh manfaat dari terapi cairan sambil menghindari cairan yang tidak perlu dan efek sampingnya pada penyakit kritis.¹⁻³

Ekokardiografi transtorakal (ETT) telah menjadi alat baku dan alat noninvasif yang kuat yang rutin dilakukan pada pasien kritis. Meningkatnya penggunaan ETT untuk penilaian hemodinamik noninvasif telah terjadi akibat pencitraan kualitas tinggi dan sinyal Doppler yang didapat dari alat ETT. ETT dapat memberi klinisi informasi penting termasuk stroke volume, preload ventrikel kiri dan pengisinya. Stroke volume (SV) dapat dengan mudah didapat dengan menilai *left ventricular outflow track* (LVOT) dengan metode Doppler. Pemeriksaan ETT dalam menilai respon terapi cairan memiliki sensitivitas 77% dan spesifitas 100%.⁴ *Stroke volume variation* (SVV) dapat ditentukan dengan pemantauan invasif maupun non invasif. *Ultrasonic cardiac output monitor* (USCOM) adalah alat pemantauan hemodinamik non-invasif, yang menggunakan gelombang ultrasonik Doppler. USCOM dapat mengukur *cardiac output* (CO), SVV dan beberapa parameter hemodinamik lainnya. USCOM mudah dioperasikan dengan meletakkan probe di daerah suprasternal

notch atau di daerah pulmonal, maka alat ini secara otomatis merekam berbagai parameter hemodinamik.⁵ Sensitivitas dan spesifitas SVV dengan teknik invasif (*flow tract/Vigileo* dan *PiCCO plus system*), pada pasien bedah toraks dewasa dengan VM adalah 91% dan 83% (*flow tract*), serta 87% dan 76% dengan *PiCCO plus system*. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hartawan et al., pemeriksaan SVV dengan USCOM pada pasien pediatrik memiliki sensitivitas 72,7% dan spesifitas 70%. Nilai SVV yang menandakan pasien masih responsif terhadap pemberian cairan adalah > 10%.⁶ Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Angappan et al. yang membandingkan SVV dengan CVP dalam memprediksi fluid responsiveness pada pasien sepsis dengan kegagalan sirkulasi akut, mengatakan bahwa SVV lebih efektif dibandingkan CVP.^{7,8} Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengangkat topik tentang "Perbandingan ETT dan USCOM dalam menilai respon terapi cairan pada pasien sepsis yang dirawat di ICU RSUP H. Adam Malik Medan".

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik eksperimental dengan desain penelitian *pre-posttest* untuk mengetahui perbandingan ETT dan USCOM dalam menilai respon terapi cairan pada pasien sepsis yang dirawat di ICU RSUP H. Adam Malik Medan. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pasien terdiagnosa sepsis dengan ventilator yang dirawat di ICU RSUP H. Adam Malik Medan. Sampel penelitian adalah data primer yang diperoleh dari penilaian dan pemeriksaan langsung pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Sumatera Utara dengan No. 300/KEPK/USU/2023.

Sampel penelitian dihitung menurut rumus analitik komparatif numerik (2 rerata) tidak berpasangan dua kelompok pada variabel kadar SVV. Berdasarkan rumus tersebut didapatkan bahwa jumlah sampel pada penelitian ini sebesar 37 pasien, kemudian dilakukan penambahan sampel sebesar 10%, diperoleh besar sampel menjadi 40 sampel. Teknik *sampling* yang

digunakan adalah *non probability sampling*, yaitu *consecutive sampling*, merupakan teknik pemilihan sampel dengan cara semua subyek yang datang dan memenuhi kriteria inklusi dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subyek yang diperlukan dipenuhi.

Kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu: (1) pasien yang terdiagnosa sepsis usia 18-65 tahun; (2) pasien yang sedang mendapat tindakan intubasi dan bantuan ventilasi mekanik dengan mode *volume control* dan volume tidal 6-8 cc/KgBB; (3) penggunaan obat sedasi dan analgesik diseragamkan demi menghindari hasil yang bias. Kriteria eksklusi yang dipakai dalam penelitian ini berupa: (1) pasien menolak dalam penelitian; (2) pasien dengan gangguan irama dan fungsi jantung; serta (3) riwayat penggunaan obat-obatan yang mengganggu hemodinamik, contohnya diuretik.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini diikuti oleh sampel sebanyak 40 pasien, dengan proporsi jenis kelamin laki-laki didapatkan sebesar 20 pasien (50%). Sama dengan proporsi jenis kelamin perempuan sebesar 20 pasien (50%). Didapatkan rerata usia sampel sebesar $54,15 \pm 18,91$. Pada penelitian ini rerata tekanan darah sistolik T0 sebesar $121,83 \pm 28,665$, dan T1 sebesar $120,85 \pm 26,937$. Pada

penelitian ini rerata tekanan darah diastolik T0 sebesar $73,33 \pm 18,946$, dan T1 sebesar $71,65 \pm 19,983$. Pada penelitian ini rerata tekanan darah arteri rata-rata T0 sebesar $89,5 \pm 21,277$, dan T1 sebesar $88,0 \pm 18,607$.

Pada penelitian ini rerata laju nadi T0 sebesar $106,00 \pm 22,707$, dan T1 sebesar $103,63 \pm 20,379$. Pada penelitian ini rerata SVV dengan menggunakan alat TTE T0 sebesar $9,1475 \pm 2,961$, dan T1 sebesar $10,6975 \pm 3,3678$. Pada penelitian ini rerata SVV dengan menggunakan alat USCOM T0 sebesar $9,4525 \pm 2,5171$, dan T1 sebesar $11,09 \pm 3,1523$. Berdasarkan uji statistik data jenis kelamin, usia, PBW dan hemodinamik (SBP, DBP, MAP, laju nadi) masing-masing memiliki nilai $p > 0,05$ yang artinya terdistribusi normal. Sementara berdasarkan uji statistik data SVV dengan menggunakan alat ETT dan USCOM memiliki nilai $p < 0,05$ yang artinya tidak terdistribusi normal.

Pada penelitian ini dijumpai rerata SVV dengan menggunakan ETT T0 sebesar $9,14 \pm 2,96$, dan T1 sebesar $10,69 \pm 3,36$ dimana pasien yang respon saat T0 dan T1 sebesar 27 pasien (67,5%) sedangkan yang tidak respon saat T0 dan T1 sebesar 13 pasien (32,5%). Berdasarkan uji statisik, didapatkan perbedaan SVV yang bermakna antara sebelum dan sesudah pemberian cairan dengan nilai $p = 0,001$.

Tabel 1. Nilai SVV dengan menggunakan ETT dan respon terapi cairan pada sampel

Karakteristik	T0	T1	Nilai P
SVV (Mean ± SD)	$9,14 \pm 2,96$	$10,69 \pm 3,36$	0,001*
Respon; n(%)			
Respon	27 (67,5 %)	27 (67,5 %)	
Tidak Respon	13 (32,5 %)	13 (32,5 %)	1,00

*Uji Wilcoxon; signifikan

Tabel 2. Karakteristik SVV dengan menggunakan USCOM dan respon terapi cairan pada sampel

Karakteristik	T0	T1	Nilai P
SVV (Mean ± SD)	$9,45 \pm 2,51$	$11,09 \pm 3,15$	0,002*
Respon; n(%)			
Respon	24 (60,5 %)	24 (60,5 %)	
Tidak Respon	16 (40 %)	16 (40 %)	1,00**

*Uji Wilcoxon; signifikan

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat rerata karakteristik SVV dengan menggunakan USCOM T0 sebesar $9,45 \pm 2,51$ dan T1 sebesar $11,09 \pm 3,15$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 24 pasien (60%) sedangkan yang

tidak respon terapi cairan sebesar 16 pasien (40%). Berdasarkan uji statisik, didapatkan perbedaan SVV yang bermakna antara sebelum dan sesudah pemberian cairan dengan nilai p sebesar 0,002.

Tabel 3. Perbandingan hemodinamik (SBP,DBP, MAP, laju nadi) terhadap respon terapi cairan dengan ETT

Variabel	T0	T1	Nilai P
Respon (n=24)			
SBP	$139,2 \pm 21,984$	$136,96 \pm 20,2$	0,061
DBP	$83,42 \pm 14,17$	$76,42 \pm 15,42$	0,083
MAP	$102,00 \pm 15,40$	$96,58 \pm 13,00$	0,055
Laju Nadi	$101,75 \pm 22,121$	$96,29 \pm 15,38$	0,061
Tidak Respon (n=16)			
SBP	$95,75 \pm 13,66$	$96,69 \pm 14,786$	0,287
DBP	$58,19 \pm 14,76$	$64,5 \pm 24,13$	0,230
MAP	$70,75 \pm 13,72$	$75,13 \pm 18,6$	0,206
Laju Nadi	$112,38 \pm 22,75$	$114,63 \pm 22,40$	0,034

Pada Tabel 3 dapat dilihat kelompok variabel yang respon dengan menggunakan ETT memiliki rerata tekanan darah sistolik T0 sebesar $139,2 \pm 21,984$ dan pada T1 sebesar $136,96 \pm 20,2$, dengan P value sebesar 0,061. Rerata tekanan darah diastolik T0 sebesar $83,42 \pm 14,17$ dan pada T1 sebesar $76,42 \pm 15,42$ dengan nilai p sebesar 0,083. Rerata tekanan darah arterial rata-rata T0 sebesar $102,00 \pm 15,40$ dan pada T1 sebesar $96,58 \pm 13,00$ dengan nilai p sebesar 0,055. Rerata laju nadi T0 sebesar $101,75 \pm 22,121$ dan pada T1 sebesar $96,29 \pm 15,38$ dengan nilai p = 0,061. Pada uji statistik ini tidak didapatkan perbedaan bermakna antara sebelum dan sesudah pemberian terapi cairan ($p > 0,05$).

Pada kelompok variabel yang tidak respon dengan menggunakan ETT dijumpai tekanan darah sistolik T0 memiliki rerata sebesar $95,75 \pm 13,66$ dan pada T1 sebesar $96,69 \pm 14,786$ dengan nilai p sebesar 0,28. Dijumpai Tekanan darah diastolik T0 memiliki rerata sebesar $58,19 \pm 14,76$ dan pada T1 sebesar $64,5 \pm 24,13$ dengan nilai p = 0,23. Tekanan darah arterial rata-rata memiliki nilai rerata T0 sebesar $70,75 \pm 13,72$ dan pada T1 sebesar $75,13 \pm 18,6$ dengan nilai p = 0,20. Dijumpai laju nadi T0 memiliki rerata

sebesar $112,38 \pm 22,75$ dan pada T1 sebesar $96,69 \pm 14,786$ dengan nilai p sebesar 0,28 dijumpai tekanan darah diastolik T0 memiliki rerata sebesar $95,75 \pm 13,66$ dan pada T1 sebesar $114,63 \pm 22,40$ dengan nilai p sebesar 0,034. Pada uji statistik ini hanya laju nadi yang didapatkan memiliki perbedaan bermakna secara statistik antara sebelum dan sesudah pemberian cairan ($p < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 4, pada kelompok variabel yang respon dengan menggunakan USCOM dijumpai rerata tekanan darah sistolik T0 sebesar $134,33 \pm 25,038$ dan pada T1 sebesar $132,48 \pm 23,07$ dengan nilai p sebesar 0,088. Rerata tekanan darah diastolik T0 sebesar $80,22 \pm 16,69$ dan pada T1 sebesar $73,93 \pm 20,15$ dengan nilai p sebesar 0,126. Rerata tekanan darah arterial rata-rata T0 sebesar $98,26 \pm 18,31$ dan pada T1 sebesar $98,26 \pm 17,01$ dengan nilai p sebesar 0,090. Rerata laju nadi T0 sebesar $101,96 \pm 21,481$ dan pada T1 sebesar $97,26 \pm 15,61$ dengan nilai p = 0,030. Pada uji statistik ini hanya laju nadi yang memiliki perbedaan bermakna secara statistik antara sebelum dan sesudah pemberian terapi cairan ($p < 0,05$).

Pada kelompok variabel yang tidak respon dengan menggunakan USCOM dijumpai

Tabel 4. Perbandingan hemodinamik (SBP, DBP, MAP, laju nadi) terhadap respon terapi cairan dengan USCOM

Variabel	T0	T1	Nilai P
Respon (n=27)			
SBP	134,33 ± 25,038	132,48 ± 23,07	0,088
DBP	80,22 ± 16,69	73,93 ± 20,15	0,126
MAP	98,26 ± 18,31	98,26 ± 17,01	0,090
Laju Nadi	101,96 ± 21,481	97,26 ± 15,61	0,030
Tidak Respon (n=13)			
SBP	95,85 ± 15,13	96,69 ± 16,36	0,422
DBP	59,00 ± 15,27	66,92 ± 19,54	0,102
MAP	71,31 ± 14,60	76,69 ± 17,11	0,093
Laju Nadi	114,38 ± 23,73	116,85 ± 23,25	0,055

Tekanan darah sistolik T0 memiliki rerata sebesar $95,85 \pm 15,13$ dan pada T1 sebesar $96,69 \pm 16,36$ dengan nilai p sebesar 0,422. Dijumpai tekanan darah diastolik T0 memiliki rerata sebesar $59,00 \pm 15,27$ dan pada T1 sebesar $66,92 \pm 19,54$ dengan nilai p sebesar 0,102. Tekanan darah arterial rata-rata memiliki nilai rerata T0 sebesar

$71,31 \pm 14,60$ dan pada T1 sebesar $76,69 \pm 17,11$ dengan nilai p sebesar 0,093. Dijumpai laju nadi T0 memiliki rerata sebesar $114,38 \pm 23,73$ dan pada T1 sebesar $116,85 \pm 23,25$ dengan nilai p = 0,055. Pada uji statistik ini tidak didapatkan perbedaan bermakna antara sebelum dan sesudah pemberian cairan ($p > 0,05$).

Tabel 5. Perbandingan SVV menggunakan ETT dan USCOM

	Ekokardiografi Transtorakal		Nilai P
	Respon (SVV > 10%)	Tidak Respon (SVV <10%)	
USCOM			
Respon (SVV >10%)	24	3	0,25*
Tidak respon (SVV <10%)	0	13	

*Uji McNemar

Berdasarkan Tabel 5, jumlah pasien yang respon terhadap cairan yang diperiksa dengan ETT menunjukkan jumlah yang sama dengan alat USCOM yaitu sebanyak 24 pasien. Tidak ada pasien yang respon terapi cairan dengan menggunakan alat ETT yang menunjukkan hasil tidak respon terapi cairan dengan menggunakan alat USCOM. Sebanyak 3 pasien yang tidak respon dengan menggunakan alat ETT, juga menunjukkan hasil tidak respon terapi cairan dengan menggunakan alat USCOM. Sebanyak 13 pasien yang tidak respon dengan alat ETT, juga menunjukkan tidak respon dengan menggunakan alat USCOM. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang

bermakna antara pemeriksaan USCOM dan ETT dengan nilai p= 0,250 ($p > 0,05$)

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dijumpai SVV dengan menggunakan ETT sebelum terapi cairan (T0) dengan rerata sebesar $9,45 \pm 2,51$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 27 pasien (67,5%) sedangkan yang tidak respon terapi cairan sebesar 13 pasien (32,5%). SVV setelah diberikan terapi cairan (T1) dijumpai rerata sebesar $11,09 \pm 3,15$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 27 pasien (67,5%) sedangkan yang tidak respon terapi cairan sebesar 13 pasien (32,5%), dengan nilai p

= 0,06. Kemampuan SVV sebagai prediktor dalam menilai seberapa baik pasien dalam merespon pemberian cairan tampak pada beberapa studi. Penelitian yang dilakukan oleh Lee *et al.* mengenai penggunaan ekokardiografi dalam menentukan respon terapi cairan pada pasien dengan ventilasi mekanik melaporkan bahwa ETT dapat dengan baik menentukan respon terapi cairan selama ventilasi mekanik dengan mengambil tolak ukur 10% sebagai respon terapi cairan, dengan kurva ROC 0,888; 95% CI 0,764-1,00, dan hal ini dapat memberikan spesifitas dan sensitivitas yang cukup baik. Dalam studi yang dilakukan oleh Zhang *et al.* memperlihatkan bahwa SVV dapat memprediksi respon pasien terhadap cairan. SVV memiliki korelasi kuat dengan respon terapi cairan, dimana koefisien korelasi sebesar 0,718, *odd ratio* untuk diagnostik 18,4 dan nilai sensitivitas dan spesifitas berturut-turut adalah 0,81 dan 0,80. Studi yang dilakukan oleh Cheng *et al.* menunjukkan akurasi tinggi SVV dalam menentukan respon pasien terhadap cairan dibandingkan parameter lainnya misalnya *central venous pressure* (CVP) dan *pulmonary arterial wedge pressure* (PAWP). Cheng *et al.* menemukan kejadian edema paru menurun drastis bila terapi cairan dihentikan saat angka SVV <10%.⁹⁻¹¹

SVV dapat digunakan sebagai pemeriksaan hemodinamik untuk menjadi andalan pemberian cairan pada pasien yang mendapatkan ventilasi mekanik yang dipengaruhi oleh interaksi jantung-paru selama ventilasi mekanik. Nilai normal SVV adalah >10%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.* juga menyimpulkan bahwa SVV yang diperiksa dengan ETT dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan dalam menentukan respon terapi cairan pasien dengan ventilasi mekanik. Beberapa keuntungan menggunakan ekokardiografi dalam memantau hemodinamik pasien adalah: (1) menilai hemodinamik pasien non-invasif lanjutan yang dilakukan secara bedside; (2) penilaian langsung dilakukan operator terutama pada cardiac output, stroke volume; ataupun stroke volume variation; (3) penilaian jantung secara struktural dan fungsional yang menjadi parameter untuk menilai status hemodinamik pasien; dan (4) penilaian fungsi diastolik dan *left ventricular end-diastolic pressure* (LVEDP), dan SVV yang dapat

menghindarkan pasien terhadap bahayanya pemberian cairan yang berlebihan.^{12,13} Berdasarkan hasil penelitian ini dijumpai SVV dengan menggunakan USCOM sebelum terapi cairan (T0) dengan rerata sebesar $9,14 \pm 2,9$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 24 pasien (60%) sedangkan yang tidak respon terapi cairan sebesar 16 pasien (40%). SVV setelah diberikan terapi cairan (T1) dijumpai rata sebesar $10,69 \pm 3,36$, dimana pasien yang respon terhadap cairan sebesar 24 pasien (60%) sedangkan yang tidak respon terapi cairan sebesar 16 pasien (40%). Penelitian yang dilakukan oleh Hartawan *et al.* tentang pemeriksaan SVV menggunakan USCOM, melaporkan bahwa jika pasien menunjukkan tidak respon terapi cairan ($SVV < 10\%$) maka tidak akan terjadi peningkatan preload yang bermakna, dan pada akhirnya tidak menunjukkan perubahan SVV yang bermakna setelah diberikan terapi cairan.⁶

SVV dapat ditentukan dengan pemantauan invasif maupun non-invasif. USCOM adalah alat pemantauan hemodinamik non-invasif yang menggunakan gelombang ultrasonik Doppler. Pada penelitian meta-analisis yang dilakukan oleh Yi *et al.*, dari 279 pemberian cairan dari 224 pasien yang diikutsertakan, pemeriksaan USCOM dapat menentukan prognosis respon terapi cairan pada pasien kritis dengan ventilasi mekanik dengan diagnosa sepsis, dengan sensitivitas 68% dan spesifitas 65%. Penggunaan SVV untuk menilai respon terapi cairan terbatas pada pasien dengan ventilasi mekanik dengan mode kontrol (dengan sedasi). Volume tidal (VT) rendah pada pernafasan spontan maupun pengaturan volume tidal rendah tidak dapat memicu SVV. Hal yang serupa juga dikatakan oleh penelitian Li *et al.* yang dilakukan pada pasien paska bedah gastrointestinal dengan ventilasi mekanik membuktikan bahwa pengukuran SVV akan memberikan hasil akurat dengan VT rendah (VT 6mL/kgBB).^{6,14,15}

Cheng *et al.* dalam studinya menemukan bahwa vasodilator meningkatkan SVV, sementara agen kardiotonik dan vasokonstriktor tidak mengubah nilai SVV. Oleh karena itu, obat inotropik dapat mempengaruhi diagnostik ambang dari SVV. Dalam penelitian ini, penggunaan USCOM secara non-invasif membantu menghindari komplikasi, seperti infeksi, vaskulitis, trombosis,

hematoma, dan perdarahan, yang berhubungan dengan prosedur monitoring invasif. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa curah jantung dipantau dengan USCOM berkorelasi dengan curah jantung dipantau dengan metode invasif. USCOM dapat dengan mudah digunakan oleh para tenaga medis. Oleh karena itu, sangat cocok digunakan dalam untuk aplikasi klinis.⁹

Berdasarkan hasil penelitian ini dijumpai SVV dengan menggunakan USCOM sebelum terapi cairan (T0) dengan rerata sebesar $9,14 \pm 2,9$ dan setelah cairan (T1) sebesar $10,69 \pm 3,36$. Pada penelitian yang dilakukan oleh Berkenstadt *et al.* melaporkan bahwa nilai $SVV \geq 9,5\%$ sebagai nilai responsif terhadap challenge cairan. Penelitian ini dilaksanakan pada pasien dewasa yang terdiagnosa sepsis dengan ventilasi mekanik dan menggunakan USCOM untuk memantau hemodinamik. Referensi yang digunakan adalah peningkatan $SVV > 10\%$ setelah challenge cairan selama 15 menit.¹⁶

Berdasarkan hubungan parameter hemodinamik (TDS, TDD, MAP, laju nadi) dan respon terapi cairan pasien, baik dengan menggunakan ETT maupun USCOM menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna dengan $p > 0,05$, kecuali pada variabel laju nadi baik dengan ETT ($p = 0,045$) dan USCOM ($p = 0,047$). Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Cheng *et al.* mengenai hubungan SVV dan perubahan hemodinamik (SVV, HR, MAP, dan SVR) sebelum dan sesudah pemberian cairan, melaporkan bahwa SVV hanya berkorelasi kuat dengan perubahan SV dan tidak berhubungan secara signifikan dengan perubahan parameter laju nadi, tekanan darah, MAP, dan SVR. Cheng *et al.* juga melaporkan bahwa dari analisa kurva ROC menunjukkan bahwa SVV merupakan variabel yang lebih baik dalam evaluasi keadaan volume cairan dibandingkan laju nadi, MAP, CVP, dan SVR.¹⁷

Sistem saraf otonom (SSO) merupakan bagian dari sistem saraf pusat, dimana SSO mengatur dan mengendalikan fungsi fisiologis organ diluar kesadaran untuk menjaga homeostasis tubuh. SSO diregulasi oleh hipotalamus. Pada syok septik, mekanisme pengaturan kardiovaskular yang bertanggung jawab untuk menjaga hemodinamik dari stres hipotensi yang diinduksi oleh respon imun septik terganggu. Pada keadaan

sepsis, terjadi disfungsi pada cabang sistem saraf simpatik. Respon kompensasi terhadap stres hipotensif yaitu aktivasi dari sistem saraf simpatik pada jantung dan pembuluh darah perifer. Akibatnya, terjadi takikardi sampai takiaritmia.¹¹

Pasien dikatakan berespon terhadap pemberian cairan bila terjadi kenaikan MAP $> 10\%$ setelah 5 menit pemberian cairan. Studi yang dilakukan oleh Fischer menunjukkan SVV yang meningkat dan diikuti juga dengan peningkatan MAP. Tanda pasien berespon baik pada cairan berikutnya adalah penurunan pada laju nadi atau *heart rate*. Pada studi ini, tampak adanya respon dalam pemberian cairan berupa turunnya nadi subjek penelitian, tetapi tidak diikuti oleh naiknya tekanan darah sistolik maupun diastolik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Monnet *et al.*, yang meneliti tentang respon terapi cairan, menyimpulkan bahwa jumlah cairan sebanyak 4cc/PBW adalah volume cairan paling kecil yang dapat meningkatkan *mean circulatory filling pressure*.⁹ Hal ini mungkin disebabkan oleh pemberian cairan yang hanya 10ml/kgBB dalam 15 menit. Oleh *Surviving Sepsis Campaign Guideline* tahun 2021 menuliskan pemberian cairan pada kondisi hipoperfusi atau syok sepsis paling sedikit 30ml/kgBB.¹

Berdasarkan penelitian ini ditemukan bahwa nilai rerata SVV sebelum pemberian cairan (T0) adalah $9,45 \pm 2,51$ menggunakan ETT, dan $9,14 \pm 2,9$ menggunakan USCOM. Sedangkan nilai rerata SVV setelah pemberian cairan (T1) adalah $11,09 \pm 3,15$ menggunakan ETT, dan $10,69 \pm 3,36$ menggunakan USCOM. Tidak ditemukan perbedaan yang bermakna antara kedua alat pemeriksaan ($p > 0,05$). Didapatkan koefisien korelasi pada SVV terhadap ETT dengan nilai $r > 0,780$ dan nilai $p = 0,02$, dimana memiliki kekuatan korelasi kuat. Hal ini sama dengan penggunaan koefisien antara SVV dengan USCOM didapatkan $r > 0,738$ dan nilai $p = 0,02$ yang artinya memiliki korelasi yang kuat. Hasil ini juga didukung dengan penelitian oleh Lamia *et al.* yang mengatakan bahwa pemeriksaan SVV dengan TTE merupakan prediktor yang baik dalam menilai respon terapi cairan pasien terintubasi.⁵ Pada penelitian yang dilakukan oleh Elgendi *et al.* yang membandingkan TTE dan USCOM pada pasien perawatan intensif,

melaporkan bahwa terdapat korelasi yang kuat dari pemeriksaan SVV menggunakan antara USCOM dan TTE dengan nilai $r^2 = 0,956$, dan dengan sensitifitas dan spesifisitas 95%.¹⁸ Meskipun SVV baik dalam menunjukkan daya respon pasien terhadap pemberian cairan, SVV masih terbatas dalam keadaan tertentu. Hasil SVV akan berubah bila pasien mendapat agen dengan inotropik positif. SVV juga terbatas dalam penggunaan, dimana hasil SVV akan lebih baik bila pasien dalam ventilasi mekanik dengan setting kontrol. Hal ini menjadi kelemahan dalam penelitian tesis ini yaitu sampel menggunakan vasopresor, norepinefrin, dan sedasi, sehingga dapat mempengaruhi nilai SVV. Subjek penelitian juga hanya terbatas pada pasien dengan ventilator mode control dan belum dilakukan pada pasien dengan pernapasan spontan. Dalam studi oleh Desai dan Garry menunjukkan bahwa SVV dapat digunakan pada pasien dengan pernapasan spontan, sehingga dapat dijadikan bahan untuk penelitian selanjutnya.¹³

SIMPULAN

Parameter hemodinamik (TDS, TDD, MAP, laju nadi) dan respon terapi cairan pasien, baik dengan menggunakan TTE maupun USCOM menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna. SVV sebagai parameter respon terapi cairan pasien sepsis dapat dinilai menggunakan TTE maupun USCOM, karena tidak ada perbedaan yang signifikan. hasil antara kedua parameter tersebut

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Executive Summary: Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for the Management of Sepsis and Septic Shock 2021. Crit Care Med. 2021;49:1974–82. doi: 10.1097/CCM.0000000000005357.
- Latham HE, Bengtson CD, Satterwhite L, Stites M, Subramaniam DP, Chen GJ, et al. Stroke volume guided resuscitation in severe sepsis and septic shock improves outcomes. J Crit Care. 2017;42:42–6. doi: 10.1016/j.jcrc.2017.06.028.
- Gyawali B, Ramakrishna K, Dhamoon AS. Sepsis: The evolution in definition, pathophysiology, and management. SAGE Open Med. 2019;7:205031211983504. doi: 10.1177/2050312119835043.
- Miller A, Mandeville J. Predicting and measuring fluid responsiveness with echocardiography. Echo Res Pract. 2016 Jun;3(2):G1-G12. doi: 10.1530/ERP-16-0008.
- Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul JL. Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. Intensive Care Med. 2007 Jul;33(7):1125-1132. doi: 10.1007/s00134-007-0646-7.
- Hartawan INB, Pudjiadi AH, Latief A, Dewi R, Yuniar I. Validitas Stroke Volume Variation dengan Ultrasonic Cardiac Output Monitor (USCOM) untuk Menilai Fluid Responsiveness Validity of Stroke Volume Variation with Ultrasonic Cardiac Output Monitor (USCOM) to Assess Fluid Responsiveness. Sar Pediatr. 2016;17(5). Doi: 10.14238/sp17.5.2016.367-372.
- Angappan S, Parida S, Vasudevan A, Badhe A. 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 Jul;19(7):394-400. doi: 10.4103/0972-5229.160278.
- Jalil BA, Cavallazzi R. Predicting fluid responsiveness: A review of literature and a guide for the clinician. Am J Emerg Med. 2018 Nov;36(11):2093-2102. doi: 10.1016/j.ajem.2018.08.037.
- Monnet X, Marik PE, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update Ann Intensive Care. 2016 Dec;6(1):111. doi: 10.1186/s13613-016-0216-7.
- Myatra SN, Prabu NR, Divatia JV, Monnet X, Kulkarni AP, Teboul JL. The Changes in Pulse Pressure Variation or Stroke Volume Variation After a “Tidal Volume Challenge”

- Reliably Predict Fluid Responsiveness During Low Tidal Volume Ventilation*. Crit Care Med. 2017 Mar;45(3):415-421. doi: 10.1097/CCM.0000000000002183.
11. Cheng Y, Xu F, Li J. Identification of volume parameters monitored with a noninvasive ultrasonic cardiac output monitor for predicting fluid responsiveness in children after congenital heart disease surgery. Medicine (Baltimore). 2018 Sep;97(39):e12289. doi: 10.1097/MD.00000000000012289.
12. Li C, Lin FQ, Fu SK, Chen GQ, Yang XH, Zhu CY, et al. Stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness in patients undergoing gastrointestinal surgery. Int J Med Sci. 2013;10(2):148-55. doi: 10.7150/ijms.5293.
13. Desai N, Garry D. Assessing dynamic fluid-responsiveness using transthoracic echocardiography in intensive care. BJA Educ. 2018 Jul;18(7):218-226. doi: 10.1016/j.bjae.2018.03.005.
14. Yi L, Liu Z, Qiao L, Wan C, Mu D. Does stroke volume variation predict fluid responsiveness in children: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2017 May 12;12(5):e0177590. doi: 10.1371/journal.pone.0177590.
15. László I, Trásy D, Molnár Z, Fazakas J. Sepsis: From Pathophysiology to Individualized Patient Care. J Immunol Res. 2015;2015:510436. doi: 10.1155/2015/510436.
16. Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M, Friedman Z, Segal E, Villa Y, et al. Stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing brain surgery. Anesth Analg. 2001 Apr;92(4):984-9. doi: 10.1097/00000539-200104000-00034.
17. Desai D, Bumiya P, Upadhyay MR, Vashishtha A. Spinal anesthesia with low dose bupivacaine and fentanyl for femur surgeries in elderly patients. J of Anes & Crit Care. 2019;11:60-4. doi: 10.15406/jaccaa.2019.11.00412.
18. Elgedny A, Seppelt IM, Lane AS. Comparison of continuous-wave Doppler ultrasound monitor and echocardiography to assess cardiac output in intensive care patients. Crit Care Resusc. 2017 Sep;19(3):222-9. doi: 10.1016/S1441-2772(23)00920-1.