

PENELITIAN

PERBANDINGAN ANTARA NILAI INDEKS VARIASI GELOMBANG PLETHYSMOGRAPHY DENGAN NILAI VARIASI TEKANAN PULSASI ARTERI PADA PASIEN DENGAN VENTILASI TEKANAN POSITIF DI ICU RSUP DR. SARDJITO

Agung Bhaktiyar, Untung Widodo, Akhmad Yun Jufan

Departemen Anestesiologi & Terapi Intensif FK-KMK UGM / RSUP Dr Sardjito Yogyakarta

ABSTRAK

Latar belakang: Variasi tekanan pulsasi memberi penilaian status cairan yang baik namun membutuhkan pemasangan jalur arteri dengan biaya mahal, sulit dalam pemasangan, dan resiko komplikasi berupa kematian jaringan juga infeksi. Sementara itu, indeks variasi plethysmography yang memiliki kemiripan dengan variasi tekanan pulsasi yaitu muncul akibat denyut arteriol dan dipengaruhi oleh siklus pernapasan, namun bersifat tidak-invasif, mudah diterapkan, bahan lebih murah, dan tanpa resiko kematian jaringan maupun infeksi.

Metode: Penelitian ini menggunakan rancangan studi observasional prospektif. Kami mengukur variasi tekanan pulsasi (VTP) dan indeks variasi plethysmography (IVP) pada 22 pasien terpasang mesin ventilasi di ICU. VTP diperoleh dengan memasang jalur arteri yang terhubung dengan Mostcare®. IVP diperoleh dengan memasang probe terhubung dengan Masimo®. pada terpasang mesin ventilasi. Kami membandingkan VTP dan IVP menggunakan mann whitney dan mencari korelasi dengan koefisien spearman.

Hasil: Dua puluh dua pasien (SAPS II = 1,74 (0,4-75)) memiliki nilai VTP 11,7 (7,03) dan IVP 13,29 (7,76) berbeda tetapi tidak bermakna secara statistik $p=0,405$ ($p>0,05$). Terdapat korelasi sedang antara VTP dan IVP ($r=0,55$). Empat dari 22 pasien menerima norepinephrine (dosis = 0,125 mcg/kgbb/menit (0,1-0,15) memperlihatkan tidak adanya korelasi antara VTP dan IVP ($r=0,40$ $p=0,60$).

Kesimpulan: Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara antara nilai variasi tekanan pulsasi (VTP) dengan indeks variasi plethysmography (IVP). Terdapat korelasi sedang antara antara nilai variasi tekanan pulsasi (VTP) dengan indeks variasi plethysmography (IVP). Tidak terdapat korelasi antara nilai IVP dan VTP pada pasien menerima norepinephrine.

Kata kunci: indeks variasi plethysmography, variasi tekanan pulsasi, intensive care unit, norepinephrine

ABSTRACT

Background: Pulse pressure variations (PPV) provide a good assessment of fluid status but require the installation of arterial line with high cost, difficult installation, and the risk of complications in the form of tissue death as well as infection. Meanwhile, the plethysmography variation index which has similarities to the pulse pressure variation that arises due to arteriolar pulses and is influenced by the breathing cycle, but is non-invasive, easy to apply, cheaper material, and without the risk of tissue death or infection.

Methods: This study uses a prospective observational study design. We measured pulse pressure variation and plethysmography variability index (PVi) in 22 patients mechanically ventilated with preexisting radial artery catheter in intensive care unit (ICU). PPV was obtained by installing radial arterial line connected to Mostcare®. PVi was obtained by installing an oximetry probe on fourth finger and connected to the Masimo® monitor. We compared PPV and PVi using Mann-whitney test and looked for correlations with the spearman coefficient.

Result: Twenty-two patients (SAPS II = 1.74 (0.4-75)) had PPV values of 11.7 (7.03) and PVi 13.29 (7.76) different but were not statistically significant $p = 0.405$ ($p > 0.05$). There was a moderate correlation between PPV and PVi ($r = 0.55$). Four of the 22 patients receiving norepinephrine (dose = 0.125 mcg / kg / min (0.1-0.15)) showed no correlation between PPV and PVi ($r = 0.40$ $p = 0.60$).

Conclusion: *There was no significant difference between the value of the pulse pressure variation and the plethysmography variability index (PVi). There was a moderate correlation between the pulse pressure variation with the plethysmography variability index. There was no correlation between PVi and PPV in patients receiving norepinephrine.*

Keywords: *plethysmography variability index, pulse pressure variation, intensive care unit, norepinephrine*

PENDAHULUAN

Variasi tekanan pulsasi adalah selisih antara tekanan nadi maksimal dan minimal selama satu siklus pernapasan dibagi dengan rata-rata dari kedua nilai ini. Nilai ini telah terbukti handal untuk memprediksi kecukupan cairan tubuh. Saat ini, satu-satunya cara untuk mendapatkan nilai ini adalah dengan pemasangan jalur arteri dan dihubungkan dengan alat pemantau infasif. Kanul arteri berpotensi sebagai fokus infeksi, meski kejadian infeksi relatif jarang dibandingkan pada vena sentral.^{1,2} Kateter arteri dapat menjadi pemicu trombosis yang berakibat emboli dan sumbatan pada bagian distal. Beberapa arteri (misal: arteri brakialis) merupakan *end artery* dan tidak memiliki suplai kolateral sehingga jika oklusi akan berakibat berkurangnya aliran darah yang berat pada bagian distal letak pemasangan. Kekeliruan memasukkan obat pada jalur arteri akan membentuk kristal dan menyebabkan iskemia berat pada bagian distal kanul arteri. Pemasangan kanul arteri terkadang sangat sulit dan membutuhkan waktu yang lama terlebih saat pasien dalam keadaan syok.³ Alat, *spare parts*, dan bahan habis pakai pemantauan invasif relatif lebih mahal dibanding non-invasif. Indeks variasi *plethysmography* memiliki kemiripan dengan variasi tekanan pulsasi. Keduanya muncul akibat denyut pembuluh darah yang dihasilkan oleh pompa jantung dan keduanya bersifat dinamis membentuk pola yang dipengaruhi oleh siklus pernapasan.^{2,4}

METODE

Pasien yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah pasien dengan usia diatas 18 tahun, mendapat penyokong mesin ventilator, terpasang

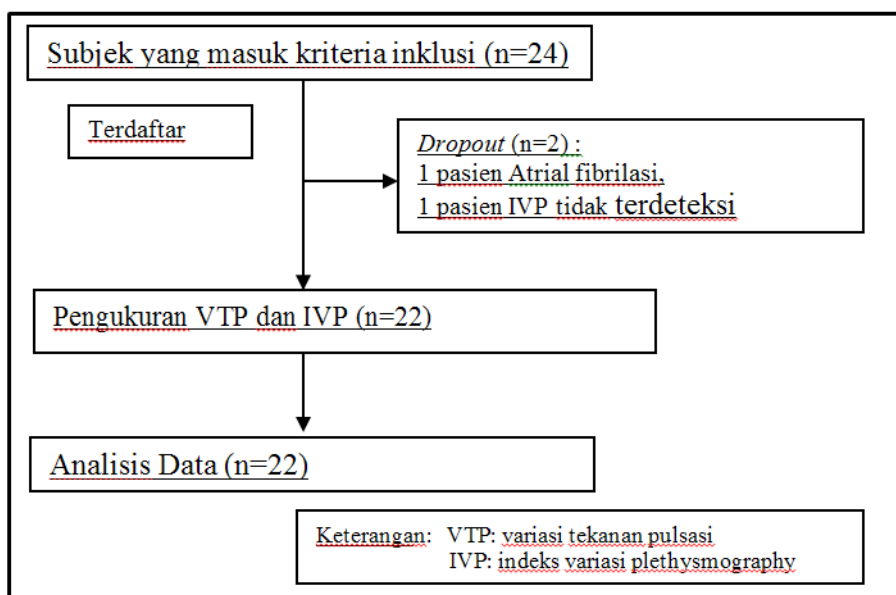
jalur arteri radialis dan dirawat di ICU RS Sardjito. Kriteria eksklusi adalah pasien dengan irama jantung ireguler dan terdapat *shunting* pembuluh darah intrakardiak. Penelitian dilakukan pada bulan Januari dan Februari 2020.

Penelitian ini memantau variasi tekanan pulsasi (VTP) menggunakan monitor *mostcare*® (Vytech, Padova, Italy). Jalur arteri radialis dihubungkan dengan *transducer* tekanan biosensor, monitor tanda vital *bedside*, dan monitor *Mostcare*®. Pada jari keempat (jari manis) tangan, kontralateral dari jalur arteri yang telah ada, dipasang *probe* oksimetri yang terhubung dengan monitor *Masimo*® (*Masimo Corporation*, Irvine, USA) untuk mengukur indeks variasi *plethysmography* (IVP).

Data berat badan dan tinggi badan dimasukkan ke dalam monitor *Masimo*®. *Zeroing* tekanan arteri dilakukan setiap sebelum pengukuran. Letak transduser disesuaikan setinggi jantung pasien yaitu lateral dari puting kiri pasien, setinggi aksila anterior. *Three-way stop cocks* diputar menutup jalur kearah pasien, ditekan "zero" pada monitor *bedside* dan monitor *Mostcare*®. Setelah muncul "zeroed" pada kedua monitor, *three-way stop cocks* diarahkan kembali seperti semula. Data variasi tekanan pulsasi, indeks variasi *plethysmography*, *Ppeak*, dan volume tidal dicatat dan direkam selama 1 menit pengukuran.

Kami melakukan uji normalitas dengan uji *Shapiro-Wilk* karena besar sampel ≤ 50 . Karena data tidak terdistribusi normal penilaian perbedaan hasil ukur menggunakan uji *mannwhitney*. Untuk menghitung korelasi kedua alat ukur digunakan uji *spearman* karena data tidak terdistribusi normal.

HASIL DAN DISKUSI



Gambar 1. Diagram alur penelitian

Telah dilakukan penelitian di Gedung Bedah Sentral Terpadu RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta setelah mendapatkan *ethical clearance* dari Komite Etik Penelitian Universitas Gadjah Mada dengan nomor surat Ref. No: KE/FK/0042/EC/2020, serta ijin dari bagian pendidikan dan pelatihan RSUP Dr Sardjito (Nomor Surat: LB.02.01/XI.2.2/3343/2020). Awalnya terdapat 24 pasien yang masuk dalam kriteria inklusi. Terdapat dua pasien yang *dropout*, sehingga tersisa 22

pasien. Satu pasien *dropout* karena atrial fibrilasi saat pengukuran dilakukan. Satu pasien *dropout* karena sinyal indeks perfusi rendah. Dari 22 pasien berhasil dilakukan pengukuran data dan analisis (gambar 1).

Data yang terdistribusi normal antara lain umur, berat badan, tinggi badan, *predicted body weight*, MAP, RR, Ppeak, Laju nadi, volume tidal, suhu tubuh, sedangkan yang tidak terdistribusi normal adalah SAPS (tabel 1).

Tabel 1. Data demografi

		N	%	Mean ± SD	Median (Min- Maks)
Jenis kelamin	Laki-laki	9	40.9%		
	Perempuan	13	59.1%		
Umur (tahun)				49.27 ±16.11	
Berat badan (Kg)				55.36 ±5.73	
Tinggi badan (cm)				154.54 ±6.52	
PBW (Kgbb)				52.68 ±5.61	
MAP (mmHg)				79,8 ±12,9	
Laju nadi (kali/menit)				87.55 ±23.33	
Laju napas (kali/menit)				15.95 ±3.03	
Ppeak (cmH ₂ O)				18.64 ±4.79	
Volume tidal (ml/Kgbb)				7,20 ±1,72	

		N	%	Mean ± SD	Median (Min- Maks)
PEEP (cmH ₂ O)	4	2	9.1%		
	5	17	77.3%		
	6	1	4.5%		
	8	2	9.1%		
Trigger napas	Ada	2	9.1%		
	Tidak	20	90.9%		
Mode ventilator	PSIMV	15	68.2%		
	SIMV	7	31.8%		
Noreepinephrine*	Ya	4	18.2%		
	Tidak	18	81.8%		
Suhu tubuh				36,4 ±0,40	
SAPS					1.40 (0.40-75.00)

n: jumlah sampel, SD: standar deviasi, Min: minimum Maks: maksimum, PBW: *predicted body weight*, PEEP: *positive end expiratory pressure*, SAPS: *simplified acute physiology score*, Ppeak: tekanan puncak jalan nafas, VTP: variasi tekanan pulsasi, IVP: indeks variasi *plethysmography*

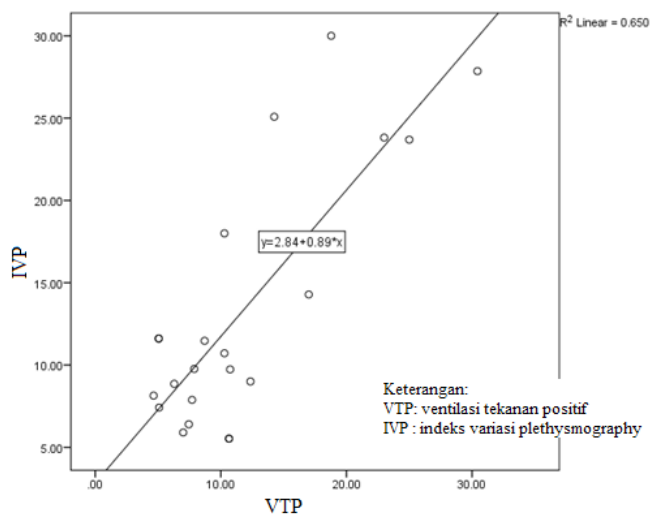
Tabel 2. Tabel Perbedaan VTP dan IVP

Variabel	Mean ± SD	Median (Min- Maks)	P
VTP	11.74 ± 7.03	10.29 (4.64-30.43)	0,405
IVP	13.29 ± 7.76	10.24 (5.53-30.00)	

Perbedaan dengan uji MannWhitney, Jumlah pasien (n): 22, SD: standar deviasi, Min: minimal, Maks: maksimal P: *p value*, VTP: variasi tekanan pulsasi, IVP: indeks variasi *plethysmography*

Data yang kami menunjukkan perbedaan nilai parameter antara variasi tekanan pulsasi (VTP) dan indeks variasi *plethysmography* (IVP) (Tabel

2). Nilai IVP 13,29 lebih tinggi dibandingkan VTP 11,74 namun tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna $p=0,405$ ($p>0,05$).



Gambar 2. Korelasi VTP dengan IVP menggunakan koefisien spearman (n=22)

Korelasi spearman VTP dan IVP menunjukkan ada korelasi yang bermakna antara VTP dan IVP ($r=0,008$, $p<0,05$) (Gambar 2). Koefisien korelasi 0,551 (positif) artinya semakin tinggi VTP semakin tinggi pula PVI. Keeratan hubungan kedua variabel dalam kategori sedang yaitu berada pada interval 0,4-0,599.

Pada penelitian ini, pasien tidak dalam keadaan membutuhkan resusitasi cairan. Korelasi IVP dan VTP kategori sedang pada penelitian ini disebabkan kelemahan dari IVP untuk berkorelasi dengan VTP pada keadaan cairan tubuh yang cukup atau berlebih. Sebuah penelitian dengan melibatkan 40 pasien di ICU juga mengatakan bahwa nilai IVP sebesar 26% setara dengan VTP 20%.⁵

Penelitian lain oleh Feissel *et al.* (2009) yang melibatkan 23 pasien sepsis di ICU mendapatkan nilai perbedaan IVP dan VTP yang tidak bermakna. Nilai IVP berkorelasi kuat dengan VTP.⁶ Penelitian yang dilakukan Loupec *et al.* 40 pasien yang dirawat di ICU mendapatkan korelasi yang kuat antara VTP dan IVP ($r=0,72$, $p<0,0001$). Dengan menambahkan pengukuran kardiak output dan perlakuan pemberian cairan, Loupec *et al.* (2011) dapat menyimpulkan IVP dapat memprediksi respon cairan sebaik VTP pada pasien dengan ventilasi mekanik.⁵

Pada penelitian lain yang melibatkan 100 pasien oleh Karadayi *et al.* diperoleh korelasi moderat antara VTP dan IVP baik pada posisi trendelenburg maupun semi-recumbent.⁷ Pada penelitian ini nilai VTP 16% memperlihatkan status kecukupan cairan yang sama IVP 20%. Sebuah penelitian melibatkan 35 pasien yang dibagi menjadi dua kelompok di ICU. Masing-masing kelompok menerima penopang norepinehrine dengan dosis 1 (0,62-3,4) dan 0,68 (0,18-3). Penelitian ini memperlihatkan korelasi yang lemah antara VTP dan IVP ($r=0,27$, $p<0,0001$).⁸

IVP dan VTP menggunakan dasar pengukuran dinamis dengan memanfaatkan ventilasi positif untuk memberi perubahan preload.⁹ Prinsip pengukuran dinamis adalah menilai ada tidaknya ketergantungan preload dalam menghasilkan kardiak output. Ventilasi positif memberi perubahan preload mengikuti siklus pola nafas. Semakin kardiak output bergantung pada preload maka akan semakin besar nilainya. Prinsip ini juga digunakan pada

pengukuran variasi *stroke volume*, variasi tekanan sistol, dan *pulse oxymetry plethysmography*.¹⁰⁻¹²

Beberapa penelitian mendapatkan hasil korelasi moderat antara VTP dan IVP seperti yang penelitian ini. Namun sebagian penelitian memiliki hasil yang berbeda yaitu menghasilkan korelasi kuat maupun lemah. Para ahli berpendapat bahwa IVP berbeda dengan VTP. VTP hanya dipengaruhi oleh perubahan *stroke volume*, sedangkan IVP juga dipengaruhi oleh kondisi lokasi pengukuran seperti: distensibilitas arteri dan vena, tekanan vena di sebelah proksimal dari tempat pengukuran, dan adanya kongesti cairan di tempat pengukuran.¹² Perubahan ventilasi akan mengubah daya hisap jantung pada darah balik.¹³ Karena IVP dipengaruhi oleh volume cairan vena perifer, maka ventilasi positif akan menurunkan nilai IVP bahkan jika kardiak output tidak naik. Hal ini terjadi karena nilai IVP berbanding terbalik dengan volume darah vena di perifer. Hal ini yang membedakan IVP dari pengukuran dinamis lain.¹⁰

KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai indeks variasi *plethysmography* dan variasi tekanan pulsasi pada pasien dengan ventilasi positif di ICU. Terdapat korelasi sedang ($r:0,551$, $p<0,05$) antara nilai indeks variasi *plethysmography* dan variasi tekanan pulsasi. Disarankan untuk memperbanyak penelitian dengan variasi pasien yang lebih luas, baik dalam keadaan stabil maupun tidak stabil. Melakukan penelitian serupa pada pasien dengan status cairan yang lebih bervariasi seperti di kamar operasi maupun unit gawat darurat. Melakukan penelitian serupa dengan mengambil lebih banyak pasien dengan penggunaan obat norepinehrine.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cannesson M, Besnard C, Durand PG, Bohé J, Jacques D. Relation between respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude and arterial pulse pressure in ventilated patients. *Critical Care* [Internet]. 2005;9(5):R562. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc3799>

2. Cannesson M, AttofY, Rosamel P, Desebbe O, Joseph P, Metton O, et al. Respiratory Variations in Pulse Oximetry Plethysmographic Waveform Amplitude to Predict Fluid Responsiveness in the Operating Room [Internet]. Vol. 106, *Anesthesiology*. 2007. Available from: www.anesthesiology.org
3. Bias M, Cottenceau V, Petit L, Masson F, Cochard JF, Sztark F. Impact of norepinephrine on the relationship between pleth variability index and pulse pressure variations in ICU adult patients. *Critical Care*. 2011 Jul 12;15(4).
4. Allen J. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. Vol. 28, *Physiological Measurement*. 2007.
5. Duggappa D, Lokesh M, Dixit A, Paul R, Raghavendra Rao R, Prabha P. Perfusion index as a predictor of hypotension following spinal anaesthesia in lower segment caesarean section. *Indian Journal of Anaesthesia* [Internet]. 2017;61(8):649. Available from: <http://www.ijaweb.org/text.asp?2017/61/8/649/212881>
6. Yin JY, Ho KM. Use of plethysmographic variability index derived from the Massimo[®] pulse oximeter to predict fluid or preload responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia* [Internet]. 2012 Jul;67(7):777–83. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2044.2012.07117>.
7. Guinet P, Daviet L, Wodey E, Laviolle B, Ecoffey C. Plethysmography variability index: Comparison with pulse pressure variation in vascular surgery. *European Journal of Anaesthesiology*. 2011;28(June):36.
8. Vos JJ, Kalmar AF, Struys MMRF, Wietasch JKG, Hendriks HGD, Scheeren TWL. Comparison of arterial pressure and plethysmographic waveform-based dynamic preload variables in assessing fluid responsiveness and dynamic arterial tone in patients undergoing major hepatic resection. *British Journal of Anaesthesia*. 2013 Jun 1;110(6):940–6.
9. Kim D-H, Shin S, Kim JY, Kim SH, Jo M, Choi YS. Pulse pressure variation and pleth variability index as predictors of fluid responsiveness in patients undergoing spinal surgery in the prone position. *Therapeutics and Clinical Risk Management* [Internet]. 2018 Jul; Volume 14:1175–83. Available from: <https://www.dovepress.com/pulse-pressure-variation-and-pleth-variability-index-as-predictors-of-peer-reviewed-article-TCRM>
10. Loupec T, Nanadoumgar H, Frasca D, Petitpas F, Laksiri L, Baudouin D, et al. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in critically ill patients*. *Critical Care Medicine* [Internet]. 2011 Feb;39(2):294–9. Available from: <http://journals.lww.com/00003246-201102000-00008>
11. Karadayı S, Karamanlioglu B, Memiş D, Inal MT, Turan FN. Comparing pulse pressure variation and pleth variability index in the semi-recumbent and trendelenburg position in critically ill septic patients. *Signa Vitae - A Journal In Intensive Care And Emergency Medicine* [Internet]. 2017 Nov 15;13(2). Available from: <http://www.signavitae.com/2017/11/comparing-pulse-pressure-variation-and-pleth-variability-index-in-the-semi-recumbent-and-trendelenburg-position-in-critically-ill-septic-patients>
12. Monnet X, Guérin L, Jozwiak M, Bataille A, Julien F, Richard C, et al. Pleth variability index is a weak predictor of fluid responsiveness in patients receiving norepinephrine. *British Journal of Anaesthesia*. 2013;110(2):207–13.
13. Vincent J-L, Pelosi P, Pearse R, Payen D, Perel A, Hoeft A, et al. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12. *Critical Care* [Internet]. 2015 Dec 8;19(1):224. Available from: <http://ccforum.com/content/19/1/224>
14. Carlson MDA, Morrison RS. Study Design, Precision, and Validity in Observational Studies. *Journal of Palliative Medicine* [Internet]. 2009 Jan;12(1):77–82. Available from: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jpm.2008.9690>