

AKURASI PULSE OXIMETRY DALAM MENENTUKAN HIPOKSEMIA

Christantie Effendy, Endro Basuki, Osman Sianipar, Bambang Suryono
Program Studi Ilmu Keperawatan, FK UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Pulse Oximetry (SpO_2) is a standard monitoring device in Intensive Care Units (ICUs), currently used to guide therapeutic interventions. It is a non invasive method of arterial oxygenation measurement it is easy to use and provides immediate results plus continuous assessment. Oxygen is an effective treatment for patients with hypoxemia especially critically ill patients. Pulse Oximeters measure the arterial oxygen saturation of hemoglobin. Arterial Blood Gases analysis (ABGs) as a gold standard is expensive, painful and needs invasive procedures.

Objectives: To know the accuracy of Pulse Oximetry to determine hypoxemia compared with Arterial Blood Gases analysis (ABGs) as a gold standard.

Methods: A procedure for diagnostic test was performed on all critically ill patients suspected of hypoxemia. Samples of this study showed 198 critically ill patients from June to July 2007 in Dr. Sardjito Hospital. Samples were chosen based on capillary return value, body temperature ($36 - 37,8^\circ C$), no vascular deficit, no carbon monoxide exposure. The cut-off point is SpO_2 93% and SaO_2 : 90%, PaO_2 70 mmHg.

Results: Subjects mostly females 112 patients (56,6%), 18 – 40 years old (47,5%), post operative patients (52,5%), >60 minute ABGs times result (62,1%), prevalence hypoxemia 19 patient (10%). Correlation value between SpO_2 and SaO_2 (saturation Oxygen) are good significant ($r = 0,834$, $p < 0,001$). Accuracy of Pulse Oximetry is 94,94%, sensitivity 68,42% (95%CI:48-89), specificity 97,76%(95%CI:96-100), Positive Predictive Value (PPV):76,47% (95%CI:56-97), Negative Predictive Value (NPV):96,68% (95%CI:94-99).

Conclusion: Accuracy of Pulse Oximetry is 94,94% with sensitivity 68% (95% CI:48-89), Specificity 97% (95%CI:96-100). Pulse oximeter is not a good instrument to measure hypoxemia but it is a very good to determine that the patient is not hypoxemia.

Keywords: pulse oximetry, hypoxemia, sensitivity, specificity

PENDAHULUAN

Hipoksemia merupakan kondisi yang menggambarkan pasien tidak mendapatkan cukup oksigen (O_2) di dalam sirkulasi darah. Keseluruhan proses oksigenasi, seperti halnya proses fisiologis, berjalan dinamis, satu hal akan mempengaruhi yang lain dan perubahan terjadi dengan sangat cepat. Oksigen merupakan elemen penting untuk hidup dan kelalaian akan hal ini akan menyebabkan kematian dalam beberapa menit. Pasien yang mengalami hipoksemia membutuhkan pemantauan gas darah arteri secara periodik untuk mendeteksi hipoksemia secara berkala dan menentukan pemberian terapi O_2 .¹

Mata manusia sangat lemah untuk mengenali hipoksemia bahkan dalam kondisi yang ideal pun, *observer* yang terampil tidak dapat secara konstan mendeteksi hipoksemia kecuali jika saturasi oksigen sudah kurang dari 80%. Kesulitan dokter untuk mendeteksi hipoksemia telah terbukti pada penelitian terhadap 14.000 pasien yang dievaluasi di Unit Gawat Darurat UCLA.²

Dalam memberikan dugaan klinis, tidak ada cara yang *reliable* untuk menguji kecukupan oksigenasi tanpa mengukur oksigenasi darah. Status mental, nadi, pola napas dan tanda klinis lainnya merupakan petunjuk yang tidak *reliable* untuk menentukan oksigenasi. Penilaian sianosis sangat tergantung pada pigmentasi kulit, adanya cahaya/lampu dan variasi antar pengamat, juga tidak munculnya gambaran sianotik terjadi sebelum kadar hemoglobin 5/mg di kapiler kulit. Pasien yang anemis mungkin tidak akan tampak sianotik walaupun pasien tersebut mengalami hipoksemia berat sehingga pengkajian sianosis hanya dengan mengandalkan tanda klinis dianggap tidak *reliable*.³

Berbagai kondisi pasien yang dirawat di *Intensive Care Unit* (ICU) mempunyai risiko mengalami hipoksemia antara lain pada kondisi pasien dengan SIRS, gagal napas akut, pasien dengan ventilasi mekanik. Kondisi ini memerlukan pengukuran O_2 dan saturasi oksigen secara kontinyu untuk *monitoring* terjadinya hipoksemia.⁴

Untuk mengidentifikasi dan mendiagnosis terjadinya hipoksemia diperlukan pemeriksaan diagnostik Analisis Gas Darah (AGD) yang merupakan baku emas dalam menentukan hipoksemia. Keuntungan pemeriksaan AGD adalah bisa mengukur pH darah arteri, PCO_2 , PaO_2 , SaO_2 dan keseimbangan asam basa dengan tingkat keakuratan tinggi sehingga AGD dapat dipakai sebagai *Gold Standard*.⁵ Pemeriksaan AGD merupakan tindakan invasif yang akan menimbulkan rasa nyeri dan biaya pemeriksaan juga relatif mahal. Pemeriksaan AGD bersifat tidak berkesinambungan dan dalam pengambilan sampel darahnya memerlukan teknik khusus.⁶

American Society of Anesthesiologist (ASA) tahun 2005 menuliskan bahwa sejak *pulse oximetry* diadopsi ASA tahun 1990 sebagai standar perawatan karena logis diindikasikan dan alat ini berguna dalam mengurangi insidensi cedera kepala, henti jantung, dan kematian. Pada 20.802 pasien bedah, *monitoring SpO₂* berhubungan dengan 19 kali lipat peningkatan insidensi penegakan diagnosis hipoksemia, penelitian lain pada anak juga memberi hasil yang sama.⁷

Hipoksemia atrial pada pasien sirosis hepatitis lebih kurang terjadi pada 10% pasiennya. Dari beberapa penelitian sebelumnya, pemakaian *SpO₂* pada area yang berbeda-beda di rumah sakit pada tahun 1980-an didapatkan data bahwa episode hipoksemia lebih banyak terjadi dibandingkan dengan dugaan sebelumnya dengan insidensi sekitar 20%-82%.² Pasien yang dirawat di bangsal perawatan umum yang dilakukan *monitoring SpO₂* didapatkan 26 dari 100 pasien mengalami hipoksia.⁸

Hipoksemia secara independen berhubungan dengan 6 faktor risiko yaitu: usia >30 tahun (*odds ratio (OR)*= 3,2; 95% *confidence interval (CI)*: 1,7-5,9), COPD (*OR*= 1,9; 95% *CI*: 1,4-2,6), gagal jantung kongesif (*OR*= 1,5; 95% *CI*: 1,0-2,1), pernapasan >24 per menit (*OR*= 2,3; 95% *CI*: 1,8-3,0), perubahan status mental (*OR*= 1,6; 95% *CI*: 1,1-2,3), dan adanya infiltrasi paru pada gambaran radiografi tampak lebih dari 1 lobus (*OR*= 2,2; 95% *CI*: 1,7-2,9). Prevalensi hipoksemia pada kondisi tersebut berkisar dari 13% untuk pasien tanpa faktor risiko sampai 54,6% untuk pasien yang memiliki faktor risiko 3. Dari 210 pasien poliklinik yang memiliki dua faktor risiko², hanya 64 (30,5%) yang telah diukur AGD atau PaO_2 nya. Pada 48 pasien poliklinik yang dites tanpa diberi bantuan O_2 yang memiliki faktor risiko², 8,3%-nya mengalami hipoksia.⁹

Selain pemeriksaan AGD, pasien yang dirawat di ICU dengan hipoksemia juga dilakukan *monitoring* dengan menggunakan alat *Pulse Oximetry (SpO₂)* untuk memantau kadar saturasi oksigen selama pasien dirawat. Di ICU, SpO_2 telah menjadi sebuah alat *monitoring* standar terhadap saturasi oksigen dan intervensi sering didasarkan pada nilai SpO_2 ,

namun baru sedikit penelitian yang dilakukan terhadap akurasi SpO_2 pada pasien ICU.⁴

Pulse Oximetry (SpO₂) adalah cara non invasif untuk mengukur saturasi oksigen yang relatif tidak mahal, tidak menimbulkan rasa nyeri, dapat diukur secara berkesinambungan. SpO_2 digunakan hampir secara umum dalam manajemen pasien yang dirawat di ICU dan ruang operasi. Pemantauan saturasi oksigen arteri (SaO_2) secara berkesinambungan sangat dibutuhkan oleh pasien di ICU dan SaO_2 90% merupakan target untuk oksigenasi pasien dengan kondisi kritis.⁵ *Pulse oximetry (SpO₂)* dapat mendeteksi adanya sianosis yang lebih reliabel dibanding penilaian dokter terhadap klinis pasien, penggunaan SpO_2 mengurangi frekuensi pengambilan darah arteri untuk AGD di ICU terutama pada pasien anak karena AGD bersifat invasif.^{10,11}

Pengukuran SpO_2 pada nilai kurang dari 80% tidak seakurat pada nilai saturasi oksigen di atas 80%, namun tetap ada korelasi positif antara SpO_2 dan SaO_2 ($r = 0,93$).¹² Beberapa penelitian lain melaporkan bahwa adanya hipoksemia berat, shock, keracunan CO dan tipe oksimeter dapat mempengaruhi akurasi *pulse oximetry*.⁴

Pada orang sehat, oximeter umumnya memiliki rerata beda (bias) < 2% dan standar deviasi (presisi) < 3% pada SaO_2 90% atau lebih tinggi. Akurasi penyimpangan pada orang sehat dalam kondisi hipoksia memiliki bias bervariasi dari rentang -15,0 sampai 13,1 dengan presisi dari rentang 1,0 sampai 16,0.²

Berdasarkan studi pendahuluan di ICU RSUP Dr. Sardjito, pasien yang dirawat di ICU pada bulan Januari - Oktober 2006 sebanyak 661 pasien dengan kejadian hipoksemia sebanyak 198 pasien (30%) pada masa perawatan 5 hari dan kejadian hipoksemia 330 pasien (50%) pada saat pasien dirawat <5 hari. Pemeriksaan AGD dilakukan hampir setiap hari dan bahkan pada kondisi tertentu pasien memerlukan lebih dari satu kali pemeriksaan. Biaya satu kali pemeriksaan AGD sebesar Rp58.000,00 sehingga pasien memerlukan biaya untuk pemeriksaan AGD per minggu minimal sejumlah Rp406.000,00.

Berdasarkan latar belakang bahwa insidensi hipoksemia pasien ICU cukup tinggi, hipoksemia dapat mengancam jiwa jika tidak dideteksi dini. Pemeriksaan AGD memerlukan waktu lama, menimbulkan nyeri, dan biaya relatif mahal. Di sisi lain *pulse oximetry* dapat digunakan untuk mendeteksi hipoksemia secara non invasif, prosedur sederhana dengan waktu lebih cepat, dapat dilakukan secara terus-menerus, mendorong peneliti untuk mengetahui seberapa besar akurasi SpO_2 dalam menentukan hipoksemia pada semua diagnosis penyakit pasien yang dirawat di ICU RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini merupakan uji diagnostik menggunakan metode deskriptif analitik dengan rancangan *cross sectional* untuk mengetahui nilai diagnostik *pulse oximetry*. Baku Emas yang dipakai dalam penelitian ini adalah nilai SaO_2 dan PaO_2 dari AGD. Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Rawat Intensif RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta pada bulan Juni – Juli 2007.

Populasi penelitian ini adalah semua pasien yang dirawat di *Intensive Care Unit* (ICU) RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta dengan diagnosis medis apapun. Sampel ditentukan dengan kriteria inklusi: pasien dengan indikasi dilakukan pengukuran dan atau pemantauan nilai AGD, sedangkan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah pasien mengalami kelainan vaskuler, hipertermi atau hipotermi ($< 36^\circ$ atau $> 37,8^\circ \text{C}$) dan atau dalam kondisi demam/menggigil, sirkulasi perifer jelek (*capillary return* > 3 detik), keracunan karbon monoksida (tingginya CO dalam darah). Besar sampel minimal yang digunakan oleh peneliti yaitu 180 sampel.

Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu *pulse oximetry* (SpO_2) dan nilai SaO_2 dan PaO_2 dari AGD. Dalam penelitian ini dibandingkan uji diagnostik antara hasil pengukuran SpO_2 dengan hasil pengukuran AGD dalam menentukan hipoksemia. Titik potong (*cut off point*) yang digunakan adalah SpO_2 93%³ dan SaO_2 : 90%, PaO_2 70 mmHg. Pada penelitian ini telah dilakukan uji kesepakatan *observer* dengan nilai Kappa yang diperoleh yaitu 0,792 dan hal ini menunjukkan bahwa kedua *observer* mempunyai kesepakatan yang baik dalam menentukan teknik pengambilan spesimen darah arteri yang benar.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Juli 2007 dengan jumlah responden yang didapatkan sebanyak 198 responden pasien yang mengalami pemeriksaan AGD dan pengambilan darah spesimen dengan sekali penusukan dan dilakukan pengukuran nilai SpO_2 pada waktu yang sama.

Responden pada penelitian ini menunjukkan kelompok usia 18-40 tahun mempunyai frekuensi terbanyak yaitu 94 responden (47,5%) dan usia 40-65 tahun berjumlah 83 responden (41,9%). Hal ini sesuai dengan penelitian Levin *et al*, yang mendapatkan sampel dengan usia > 30 tahun sebanyak 13 pasien (68,4%) dari 19 pasien. Berdasarkan hasil penelitiannya, Levin *et al* menyatakan bahwa hipoksemia berhubungan dengan enam faktor risiko yaitu usia > 30 tahun, CHF, COPD, RR > 24 x/menit, gangguan status mental, dan infiltrat pada satu lobus paru.⁹ Karakteristik usia ini juga

Tabel 1. Karakteristik Responden yang Dilakukan Pemeriksaan AGD di ICU RSUP Dr. Sardjito pada Bulan Juni – Juli 2007 (n= 198)

Karakteristik Sampel	n	(%)
Umur (tahun)		
18 – 40	94	(47.5%)
40 – 65	83	(41.9%)
> 65	21	(10.6%)
Jenis kelamin		
Laki-laki	86	(43.4%)
Perempuan	112	(56.6%)
Diagnosis medis		
Bedah	104	(52.5%)
Non Bedah	94	(47.5%)
Waktu pemeriksaan AGD		
< 30 menit	12	(6.1%)
30 – 60 menit	63	(31.8%)
> 60 menit	123	(62.1%)

didukung oleh penelitian Morris yang menyatakan bahwa usia > 40 tahun merupakan salah satu faktor yang berhubungan secara signifikan dengan prevalensi hipoksemia.¹³ Pada penelitian ini responden perempuan mempunyai frekuensi lebih besar yaitu 112 pasien (56,6%). Pada penelitian ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang bermakna ($\chi^2 = 0,05$; $p = 0,479$) antara laki-laki dan perempuan terhadap kondisi hipoksemia. Hal ini sesuai dengan penelitian Swinburn bahwa tidak ada hubungan antara jenis kelamin dengan kondisi hipoksemia.¹⁴

Karakteristik responden berdasarkan diagnosis medis bedah dan non bedah, didapatkan frekuensi responden yang mengalami pembedahan lebih banyak yaitu 104 pasien (52,5%). Dari 104 pasien sebanyak 67 pasien (64,42%) mengalami pembedahan laparotomi. Pada penelitian ini, pasien yang mengalami pembedahan laparotomi dan mengalami hipoksemia sebanyak 2 pasien (2,98%). Hal ini berbeda dengan penelitian Morris yang menyatakan bahwa tindakan pembedahan (khususnya laparotomi) mempunyai hubungan yang signifikan dengan prevalensi hipoksemia.¹³

Pada penelitian ini, lamanya waktu pengambilan spesimen darah arteri dengan pelaksanaan pemeriksaan AGD berbeda-beda dan tidak dapat dikendalikan. Sebanyak 123 pasien (62,1%) mengalami pemeriksaan AGD lebih dari 60 menit.

Pada penelitian ini akurasi *pulse oximetry* dihitung dengan menilai hipoksemia menggunakan nilai SpO_2 dan nilai SaO_2 dan PaO_2 berdasarkan pemeriksaan AGD sebagai baku emas. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 198 pasien.

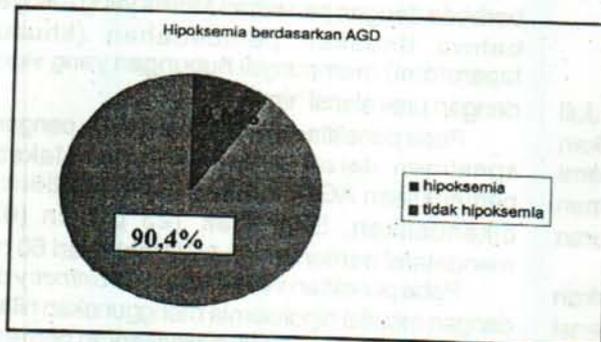
Berdasarkan pemeriksaan dengan *pulse oximetry* terdapat 17 pasien (8,6%) mengalami hipoksemia dengan nilai $\text{SpO}_2 < 93\%$ dan 181 pasien (91,4%) yang tidak hipoksemia dengan nilai $\text{SpO}_2 \geq 93\%$. Morris menyatakan dalam penelitiannya bahwa *pulse oximetry* dapat digunakan untuk mengkaji prevalensi hipoksemia dengan nilai $\text{SaO}_2 < 90\%$.¹³



Gambar 1. Hipoksemia Berdasarkan Pemeriksaan SpO₂

Dari 198 pasien didapatkan 19 pasien (9,6%) hipoksemia ($PaO_2 < 70$ mmHg dan $SaO_2 < 90\%$), akan tetapi hanya terdapat 10 pasien (5,1%) dengan nilai saturasi oksigen $< 90\%$. Pada penelitian ini, nilai SaO_2 yang didapatkan dengan pemeriksaan AGD mempunyai frekuensi yang berbeda dengan hasil pengukuran SpO_2 .

Tekanan gas darah (PaO_2) dapat diukur secara langsung dengan pengambilan sampel darah atau difusi transkutaneu dan saturasi oksigen dengan SpO_2 .¹³ Pemeriksaan AGD merupakan baku emas dalam menentukan hipoksemia akan tetapi hanya memberikan gambaran sesaat sesuai dengan waktu pengambilan spesimen darah arteri. *Pulse Oximetry* hanya dapat mengukur saturasi oksigen dalam darah tetapi dapat digunakan sebagai alat *monitoring* sepanjang hari.¹⁴ *Pulse Oximetry* (SpO_2) mengukur ikatan oksigen darah dan tidak mengukur kadar oksigen secara langsung.¹⁰



Gambar 2. Hipoksemia Berdasarkan Pemeriksaan AGD

Pada Gambar 2, pasien yang mengalami hipoksemia berdasarkan pemeriksaan AGD sebagai baku emas sebanyak 19 pasien (9,6%). Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Bowton dengan jumlah pasien yang mengalami hipoksemia 26 pasien (26%) dengan semua responden berupa pasien COPD.⁸

Hipoksemia dapat terjadi karena tidak adekuatnya oksigen di dalam darah ($PaO_2 < 70-80$ mmHg) yang disebabkan karena ventilasi pulmonal yang tidak adekuat seperti pada *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (COPD), keracunan *Carbon Monoxide* (CO), menurunnya hemoglobin dan hematokrit.¹⁵ Pada penelitian ini, diagnosis medis pasien sangat bervariasi dan dari 19 pasien hipoksemia terdapat 17 pasien dengan nilai $PaO_2 < 70$ mmHg dan dengan diagnosis medik sepsis, tidak didapatkan pasien dengan COPD dan keracunan CO. Salah satu faktor utama yang menentukan transport oksigen ke sel adalah jumlah oksigen dalam darah.¹⁶

Tabel 2. Ketepatan Diagnosis Hipoksemia Berdasarkan *Pulse Oximetri* pada Pasien di ICU RSUP Dr. Sardjito pada Bulan Juni-Juli 2007 (n = 198)

	Analisis Gas Darah				total	
	Hipoksemia	Tidak hipoksemia		Tidak hipoksemia		
<i>Pulse Oximetry</i>	Hipoksemia	13	a	b	4	17
(SpO ₂)	Tidak hipoksemia	6	c	d	175	181
	total	19			179	198

Sensitivitas (Sn) = $a/N3 \times 100\% = 13/19 \times 100\% = 68,42\%$
 Spesivitas (Sp) = $d/N4 \times 100\% = 175/179 \times 100\% = 97,76\%$
 Nilai Duga Positif (NDP) = $a/(a+b) \times 100\% = 13/17 \times 100\% = 76,47\%$
 Nilai Duga Negatif (NDN) = $d/(c+d) \times 100\% = 175/181 \times 100\% = 96,68\%$
 Akurasi diagnosis = $(a+d)/(a+b+c+d) \times 100\% = 188/198 \times 100\% = 94,94\%$

Sensitivitas SpO_2 pada penelitian ini adalah 68,42% (95% CI:46-89). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan *Pulse Oximetry* (SpO_2) untuk mendeteksi/menentukan hipoksemia pada pasien kurang baik. *Pulse Oximetry* hanya dapat mengukur ikatan oksigen darah dan tidak mengukur kadar oksigen secara langsung.¹⁰ *Pulse Oximetry* (SpO_2) tidak memberikan informasi kadar oksigen dalam darah dan jumlah oksigen terlarut dalam darah. Kadar oksigen dalam darah diukur paling akurat dengan pemeriksaan AGD.¹⁷

Pada penelitian ini didapatkan 19 pasien terdeteksi hipoksemia dengan pemeriksaan AGD, dan dari jumlah tersebut, terdapat 6 pasien (31,5%) yang tidak terdeteksi hipoksemia dengan *pulse oximetry* pada saat spesimen darah arteri diambil. Pada kondisi ini, 6 pasien tersebut mempunyai nilai $SpO_2 > 93\%$ namun berdasarkan pemeriksaan AGD telah menunjukkan adanya hipoksemia ($PaO_2 < 70$ mmHg dan $SaO_2 < 90\%$). Dari 6 pasien yang tidak terdeteksi hipoksemia tersebut didapatkan 4 pasien dengan diagnosis gagal napas akut dan 2 pasien dengan Asma Bronkiale yang mengalami obstruksi pernapasan.

Alat *pulse oximeter* dapat memberikan nilai salah yaitu terdapat keterlambatan antara kejadian hipoksemia potensial seperti pada obstruksi pernapasan dengan turunnya nilai saturasi oksigen. Hal ini disebabkan karena munculnya angka sebagai hasil nilai SpO_2 membutuhkan waktu 5-20 detik.¹⁰ Pembacaan SpO_2 sering tidak akurat terhadap nilai SaO_2 pasien pada saat pembacaan hasil dilakukan apabila terjadi penurunan saturasi oksigen secara tiba-tiba dan cepat (penurunan drastis) kadar SaO_2 , adanya hipotensi, hipotermi, dyshemoglobinemia dan kondisi perfusi jaringan yang rendah. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya kelambatan deteksi SpO_2 dan nilai saturasi oksigen yang terpantau tidak sesuai dengan kondisi tubuh pasien pada saat itu.¹⁰

Pada penelitian ini, nilai SpO_2 diukur pada waktu yang bersamaan dengan saat pengambilan spesimen darah arteri. Berdasarkan konsep tersebut, 6 pasien yang tidak terdeteksi hipoksemia dengan *pulse oximeter* dapat terjadi karena kondisi pasien tersebut 5-20 detik sebelum pengambilan darah belum mengalami hipoksemia.

Pulse oximeter dapat menunjukkan hasil yang kurang tepat karena berbagai faktor seperti adanya cahaya luar yang tertangkap oleh *probe* dan sensor *oximeter* yang ditangkap oleh alat ini sebagai cahaya yang berasal dari tubuh pasien.¹⁹ Kondisi yang dapat mendukung sensitivitas SpO_2 adalah alat *pulse oximeter* lebih akurat untuk menilai SpO_2 pada nilai $SaO_2 < 80\%$ dibandingkan pada kondisi pasien dengan $SaO_2 > 80\%$, akan tetapi ada korelasi positif antara SpO_2 dan SaO_2 ($r = 0,93$).¹² Pada penelitian ini korelasi positif antara SpO_2 dan SaO_2 cukup baik ($r = 0,834$, $p < 0,001$).

Pulse Oximetry (SpO_2) dapat mendeteksi secara baik pada arteri yang stabil. Jika nadi perifer lemah atau tidak teraba maka akan memberikan pembacaan nilai SaO_2 yang rendah tapi rendah palsu dibanding dengan kondisi yang sesungguhnya. Pasien yang sebagian besar berisiko dengan kondisi perfusi yang rendah adalah hipotensi, hipovolemia, hipotermia. Pasien yang dingin tapi tidak hipotermi mungkin mengalami vasokonstriksi pada jari-jari mereka dan hal ini dapat juga mengkompromi aliran darah arteri. Pada pasien kritis dengan perfusi yang baik akurasi SpO_2 menyimpang ketika SaO_2 turun sampai $< 80\%$.¹⁴

Dalam penelitian ini dari 19 pasien yang dinyatakan hipoksemia, terdapat 12 pasien dengan perfusi yang buruk dan mengalami shock sepsis (mendapat obat inotropik). Hasil ini sesuai dengan penelitian Young yang menyatakan bahwa *pulse oximetry* sangat membantu dalam *monitoring* di ICU, namun pengukuran dapat sulit dilakukan pada kondisi pasien dengan perfusi yang buruk seperti pada pasien yang menggunakan obat inotropik untuk

mensupport tekanan darahnya seperti obat dopamine.²⁰

Untuk menilai kondisi klinis, tidak ada cara yang *reliable* untuk mengkaji oksigenasi tanpa pengukuran AGD. Gambaran pola napas, frekuensi nadi, status mental, dan gambaran klinis lain tidak *reliable* untuk menilai oksigenasi, demikian juga dengan pengkajian sianosis adalah tidak *reliable*. Terlalu banyak hal yang mempengaruhi pigmentasi kulit pasien seperti cahaya lampu dan variasi hasil penilaian *observer*. Sianosis tidak akan terjadi sebelum kadar hemoglobin < 5 mg dan pasien anemis mungkin tidak akan menunjukkan tanda sianosis walaupun mengalami hipoksemia berat.^{1,21}

Hal yang dapat menyebabkan nilai SpO_2 tidak akurat adalah penurunan denyutan aliran darah perifer karena vasokonstriksi perifer (adanya hipoksemia, hipotensi berat, dingin, gagal jantung dan aritmia jantung/penyakit vaskuler perifer), adanya kongesti pada *probe* di telinga, adanya cahaya yang berlebihan yang ditangkap oleh sensor *probe* sebagai sinyal dari tubuh, kondisi pasien yang menggigil (sinyal tidak adekuat), adanya keracunan CO (tingginya CO dalam darah) menyebabkan kerja dari *pulse oximetry* kurang akurat dan cenderung tinggi, pemakaian pewarna kuku, sehingga sinyal tidak bisa optimal.¹⁰

Spesifisitas *pulse oximetry* pada penelitian ini adalah 97,76% (95%CI:96-100). Hal ini menunjukkan bahwa alat *oximeter* merek Solar 8000 dengan *moniter marquet* sangat baik digunakan untuk menyingkirkan diagnosis hipoksemia pada pasien yang benar-benar tidak hipoksemia. Hal ini dibuktikan dengan data pada Tabel 2 yang menunjukkan sebanyak 179 pasien (90,4%) yang tidak hipoksemia dengan AGD terdapat 175 pasien (97,76% dari 179 pasien) dengan pemeriksaan SpO_2 . Dinyatakan bahwa makin tinggi spesifisitas alat maka makin kecil kemungkinan subjek yang tes positif akan bebas dari penyakit sehingga makin besar nilai prediktif positif.²²

Pada gambaran kurve *dissosiasi oksihemoglobin* $SpO_2 < 93\%$ dengan hipoksemia bahwa nilai saturasi oksigen $< 90\%$ pada *oximeter* akan menunjukkan $PaO_2 < 65$ mmHg dan pada $SpO_2 = 93\%$ akan menunjukkan $PaO_2 > 70$ mmHg.²³ Dengan spesifisitas 97,76% maka SpO_2 dapat mendukung tenaga medis untuk mengambil keputusan bahwa pasien benar-benar tidak mengalami hipoksemia. Hal ini lebih baik (*reliable*) dibandingkan dengan hanya mengandalkan kemampuan tenaga medis dalam mendeteksi hipoksemia dengan adanya gejala sianosis. Dibanding penilaian dokter terhadap gejala klinis pasien, penggunaan SpO_2 lebih *reliable* dan dapat mengurangi frekuensi pengambilan AGD bersifat invasif di ICU.^{10, 13,14}

Nilai Duga Positif (NDP) pada penelitian ini yaitu 76,47% (95%CI:56-97) yang menunjukkan bahwa *pulse oximetry* merupakan alat yang kurang baik untuk memprediksi hipoksemia. Hal ini dapat dilihat dengan adanya 4 pasien (dari 17 pasien) yang dianggap hipoksemia (positif palsu) pada pemeriksaan SpO₂ akan tetapi dinyatakan tidak hipoksemia pada pemeriksaan AGD sebagai baku emas. Nilai Duga Negatif (NDN) pada penelitian ini yaitu 96,68% (95% CI:94-99) yang menunjukkan bahwa *pulse oximeter* merupakan alat yang baik untuk memprediksi tidak adanya hipoksemia berdasarkan nilai SpO₂ pada pasien yang benar-benar tidak hipoksemia pada pemeriksaan AGD.

Pulse oximetry merupakan prosedur yang aman namun memiliki keterbatasan. Akurasi SpO₂ dipengaruhi oleh tipe oximeter, hipoksemia, shock dan kebutuhan pasien akan obat-obat vasoaktif. Tingginya batasan SpO₂ mungkin dapat untuk mendeteksi adanya hipoksemia dengan sensitivitas yang tinggi.^{4,10} SpO₂ mengukur ikatan oksigen darah dan tidak mengukur kadar oksigen secara langsung.¹⁰

Pulse oximetry hanya dapat mengukur saturasi oksigen dalam darah tetapi dapat digunakan sebagai alat *monitoring* sepanjang hari.¹⁴ Situasi atau faktor yang mempengaruhi keterbatasan presisi pembacaan hasil SpO₂, antara lain disebabkan karena pergerakan, hemoglobin abnormal, cahaya yang berlebih, perfusi tubuh yang buruk, pigmentasi kulit dan ketidakmampuan alat SpO₂ dalam mendeteksi saturasi di bawah 83%, sehingga hasilnya akan memberikan nilai yang lebih tinggi dari nilai sebenarnya.²⁴

KESIMPULAN DAN SARAN

Pulse oximetry mempunyai akurasi 94,94% dengan sensitivitas 68,42%, spesifisitas 97,76%, NDP 76,47%, NDN 96,68% dalam menentukan hipoksemia.

Alat *pulse oximotor* sebaiknya digunakan sebagai alat *monitoring* saturasi oksigen dan tidak digunakan sebagai alat diagnosis hipoksemia.

Perawat lebih memperhatikan posisi probe dan kondisi kulit pasien (bebas kotoran, lemak, cat kuku) sebelum pemasangan probe *pulse oximetry* dalam *monitoring* saturasi oksigen.

Penelitian lanjut untuk menilai akurasi *pulse oximetry* sebaiknya memperhatikan karakteristik pasien yang terkait dengan resiko hipoksemia seperti nilai hemoglobin, eritrosit, tekanan darah dan *Respiratory Rate* (RR) pasien

KEPUSTAKAAN

1. <http://www.mtsinai.org/pulmonary/books/physiology/>, 2001.
2. Tobin MJ (ed). Principles and Practice of Intensive Care Monitoring. Mc Graw Hill, Inc. New York.1998.
3. <http://lungdiseases.about.com/od/glossaryofterms/g/hypoxia.htm>20.2000.
4. Van de Louw, A., Cracco, C., Cerf, C., Harf, A., Duvaldestin, P., Lemaire, et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. Intensive Care Med. 2001;27(10) Oct: 1606-13.
5. Perkins, G.D., Daniel, F., Mc. Auley, Giles, S., Routledge, H., Gao, F. Do Changes in Pulse Oksimeter Oxygen Saturasi Predict Equivalent Changes in Arterial Oxygen Saturasi. Medscape.2003.
6. Al-Moamary, M., Daniel, D., Battwa, F., Al-Jahdali, H., Al-Shimemeri, A. Appropriateness of arterial blood gas measurements in acute care general wards. Annals of Saudi Medicine, 1999;19(2): 153-5.
7. Stemp, L.I. and Rameay, M.A. Pulse Ox Last Line of Defense. ASA. 2006;70(2). http://www.asahq.org/Newsletters/2006/02-06/dollar02_06.html
8. Bowton, D.L., Scuderi, P.E., Haponik, E.F. The incidence and effect on outcome of hypoxemia in hospitalized medical patients (abstract). Am J Med. 1994; 97(1) Jul: 38-46.
9. Levin, K.P., Barbara, H.H., Armando, R., Daniel, E.S., Christopher, M.C., Thomas, J.M., et al. Arterial Blood Gas and Pulse Oximetry in Initial Management of Patients with Community-Acquired Pneumonia, J Gen Intern Med. September; 2001;16(9): 590-8.
10. Hill, M.D and Stoneham. Practical Applications of Pulse Oximetry, Journal: Update in Anesthesia.2000; 4:1.
11. Lindberg, L.G., Lennmarken, C., Vegfors, M. Pulse oximetry-clinical implications and recent technical developments. Acta Anaesthiol Scand. 1995;39:279-87.
12. Tachibana, C., Fukada T, Hasegawa R, Satoh, K., Furuya, Y., Ohe, Y., Masui. Accuracy of a pulse oksimeter during hypoxia (abstract). Tokyo Women's Medical College Daini Hospital, Japan. 1998;Apr;45(4):479-82.
13. Morris, R.W., Buschman, A. Warren, D.L, Philip, J.H. Raemer, D.B. The prevalence of hypoxemia detected by pulse oximetry during recovery from anesthesia. J Clin Monit;1988; 4(1):16-20.

14. Swinburn, C.R., Mould, H., Stone, T.N., et al. Symptomatic benefit of supplemental oxygen in hypoxemic patients with chronic lung disease. *Am Rev Respir Dis*, 1991;143(5 Pt 1):913-5
15. McGaffigan, P, A. Hazards of hypoxemia: How to protect your patient from low oxygen levels. *Nursing*. May 1996. http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3689/is_199605/ai_n8735092
16. Adrian J.W. ABC of oxygen. Assessing and interpreting arterial blood gases and acid-base balance. *BMJ*, 1998;317:1213-6.
17. Bickler, P.E., Feiner, J.R., Severinghaus, J.W. Effects of skin pigmentation on pulse oximeter accuracy at low saturation. *Anesthesiology*. 2005; 102(4) Apr: 715-9.
18. Jensen, L.A., Onyskiw, J.E., Prasad, N.G. Meta-analysis of arterial oxygen saturation monitoring by pulse oximetry in adults. *Heart Lung*. 1998;7:387-408.
19. Charlotte, Bell. *Practical Pulse Oximetry: Understanding Contemporary Pulse Oximetry*. 2005. <http://www.anestech.org/>
20. Young, H.I. *Oximetry*. Aust Press. 2003;26:132-5.
21. Martin L, Khalil H. How much reduced hemoglobin is necessary to generate central cyanosis? *Chest*. 1990;97(1):182-5.22.
22. Murti, B. *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 1997.
23. Woodrow, P., *Atrial Blood Gas Analysis*. *Nursing Standar*. 2004; Feb(18): 45-52.
24. Shrake K., Blonshine S., Brown R., Crapo R., Martineau R., Ruppell G., et al. *AARC Clinical Practice Guideline: Pulse oximetry*. *Respir. Care*, 1991; 36:1406-1409.