

LAPORAN PENELITIAN

Perbandingan *Estimated Blood Loss*, *Hematology Analyzer*, dan *Point-of-Care Testing* dalam Keakuratan Pengukuran Hemoglobin Intraoperatif

Ratna Farida Soenarto, Alfian Mahdi Nugroho, Ahmad Faishal Fahmy

Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/
Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo, Jakarta, Indonesia

Abstrak

Penghitungan *Estimated Blood Loss* (EBL) berdasarkan rumus *Allowable Blood Loss* (ABL) dengan target hemoglobin tertentu kerap dijadikan panduan dalam menentukan transfusi intraoperatif. Penggunaan *Point of Care Testing* (POCT) diciptakan untuk memudahkan dilakukannya pemeriksaan kadar hemoglobin. Penelitian ini bertujuan membandingkan akurasi penghitungan hemoglobin intraoperatif antara EBL dan POCT, dibandingkan dengan *Hematology Analyzer* yang merupakan pengukuran baku di laboratorium. Penelitian ini menggunakan Uji Bland-Altman pada pengukuran hemoglobin intraoperatif terhadap 43 pasien yang menjalani operasi elektif dan diperkirakan mengalami banyak perdarahan di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo antara Desember 2014–Maret 2015. Saat penghitungan EBL mencapai ABL dengan target Hb 7 g/dL sebelum transfusi diberikan, sampel darah diambil untuk pengukuran hemoglobin dengan Sysmex XE-2100® sebagai *Hematology Analyzer* dan HemoCue® Hb 201+ sebagai POCT. Uji Bland-Altman Hb ABL (7 g/dL) terhadap Hb Sysmex dengan interval yang dianggap akurat terhadap kadar Hb 7 g/dL adalah -1 hingga 1, diperoleh limits of agreement besar yaitu -2,267 hingga 2,467. Uji Bland-Altman Hb HemoCue terhadap Hb Sysmex diperoleh limits of agreement kecil yaitu -0.418 hingga 0.372. Terdapat perbedaan bermakna dalam akurasi penghitungan hemoglobin intraoperatif antara EBL dengan *Hematology Analyzer*, sedangkan pengukuran dengan HemoCue® Hb 201+ sebagai perangkat POCT mempunyai keakuratan yang baik.

Kata kunci: *Allowable blood loss, estimated blood loss, hematology analyzer, hemoglobin, point-of-care testing*

Comparison of the Accuracy of Intraoperative Hemoglobin Measurement between Estimated Blood Loss and Point-of-Care Testing with Hematology Analyzer

Abstract

Measurement of *Estimated Blood Loss* (EBL) based on the *Allowable Blood Loss* (ABL) formula with certain hemoglobin target is often used to guide intraoperative transfusion. *Point of Care Testing* (POCT) offers easier way to measure haemoglobin. This study aimed to compare the accuracy of the intraoperative hemoglobin measurement between EBL and POCT with *Hematology Analyzer* in the laboratory as the golden standard. This study used a Bland-Altman test on intraoperative hemoglobin measurement in 43 patients undergoing elective surgery, which were expected require blood transfusion in the Operating Theater of Cipto Mangunkusumo Hospital from December 2014 until March 2015. When EBL had reached ABL with Hb level target 7 g/dL before transfusion was given, blood was drawn for Hb measurement with Sysmex XE-2100® as *Hematology Analyzer* and HemoCue® Hb 201+ as POCT. Bland-Altman analysis of Hb EBL (7 g/dL) to Hb *Hematology Analyzer* with interval considered as accurate for Hb 7 g/dL was -1 to 1, revealed wide limits of agreement (-2.267 to 2.467). Bland-Altman analysis of Hb POCT to Hb *Hematology Analyzer* revealed narrow limits of agreement (-0.418 to 0.372). There was a significant difference in the accuracy of intraoperative hemoglobin measurement by EBL compared to *Hematology Analyzer*. Additionally, the measurement by POCT device had good accuracy.

Key words: *Allowable blood loss, estimated blood loss; hematology analyzer; hemoglobin; point-of-care testing*

Korespondensi: Dr. Ratna Farida, dr., SpAn, Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta, Jl. Barata 58 rt 04/07 Karang tengah Ciledug Tangerang *Mobile* 081310538988, *Email* fida.soenarto@gmail.com

Pendahuluan

Resusitasi bertujuan untuk menghentikan sumber perdarahan dan mengembalikan volume darah intravaskular pada kejadian perdarahan. Hal ini menyebabkan oksigenasi jaringan tidak terganggu selama volume darah di dalam tubuh tetap terjaga meski dengan kadar hemoglobin yang rendah. Jumlah cairan resusitasi yang bisa diberikan kepada pasien bergantung pada jumlah perdarahannya hingga suatu titik di mana perlu dilakukan transfusi darah untuk menyelamatkan hidup pasien. Estimasi kehilangan darah dan pengukuran kadar hemoglobin merupakan petunjuk utama untuk transfusi darah.

Menurut *health technology assessment* (HTA) Indonesia 2003 tentang Indikasi dan Skrining Transfusi Komponen Darah yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Upaya Kesehatan Rujukan Depkes RI, transfusi sel darah merah hampir selalu diindikasikan pada kadar Hemoglobin (Hb) <7 g/dL, terutama pada anemia akut. Transfusi dapat ditunda jika pasien asimtomatik dan/atau penyakitnya memiliki terapi spesifik lain. Transfusi sel darah merah dapat dilakukan pada kadar Hb 7–10 g/dL apabila ditemukan hipoksia atau hipoksemia yang bermakna secara klinis dan laboratorium.¹

Nilai hemoglobin pasien terutama dalam perawatan kritis itu sangat penting, karena menjadi bukti klinis yang berkenaan dengan bahaya dari anemia yang berkelanjutan dan *overtransfusion*. Dokter sebaiknya menyadari adanya variabilitas nilai hemoglobin yang didapatkan dari laboratorium. Penyebab variabilitas pra-analisis meliputi fisiologi pasien, waktu pengambilan sampel, penggunaan *tourniquet*, penanganan sampel serta faktor-faktor analisis seperti metode pengukuran. Untuk mengurangi variabilitas tersebut, dokter sebaiknya berusaha menjaga konsistensi di antara faktor-faktor pengukuran, misalnya dengan mengambil darah dari sumber yang sama dan pada posisi pasien yang sama.²

Dalam praktik sehari-hari di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUPN) Cipto Mangunkusumo, keputusan transfusi didasarkan atas pemeriksaan hemoglobin. Sejauh ini belum ada data memadai yang berhubungan dengan komplikasi dari cara pengukuran hemoglobin intraoperatif di

RSUPN Cipto Mangunkusumo selama ini, selain kendala administrasi yang menyebabkan lama keluarnya hasil pengukuran hemoglobin tersebut. Sebaliknya, di rumah sakit kecil atau yang berada di daerah terpencil, pemeriksaan hemoglobin menjadi kendala karena fasilitas laboratorium yang terbatas sehingga penghitungan *estimated blood loss* (EBL) kerap dijadikan alternatif indikator untuk memutuskan transfusi.

Penghitungan EBL biasanya mengandalkan penilaian visual dokter anestesi bersama dokter bedah sehingga sulit untuk distandarisasi.³ EBL menjadi kurang akurat bila dokter cenderung menaksir lebih sedikit (*underestimate*) pada kehilangan darah yang banyak dan menaksir lebih banyak (*overestimate*) pada kehilangan darah yang sedikit. Akibatnya kemungkinan besar bisa terjadi *undertransfusion* atau *overtransfusion*.⁴⁻¹⁰

Meskipun simulasi dan pelatihan untuk memperbaiki keterampilan estimasi kehilangan darah telah dilakukan, keterampilan tersebut untuk jangka panjang makin berkurang, selain keterkaitan yang lemah antara tingkat pengalaman dan akurasi estimasi.¹¹⁻¹⁴ Penghitungan EBL juga terganggu oleh cairan-cairan tidak sejenis yang ikut terserap oleh kassa dan media absorpsi lainnya, yakni antara lain cairan kristaloid, koloid, asites, cairan amnion, darah transfusi dan sebagainya.¹⁵

Banyak rumus yang bisa digunakan untuk menghitung *allowable blood loss* (ABL). Tidak ada kesepakatan umum mengenai rumus manakah yang paling akurat. Rumus ABL berguna sebagai panduan penghitungan EBL yang kerap dijadikan pertimbangan untuk keputusan transfusi, selain untuk memperkirakan saat yang tepat untuk pemeriksaan kadar hemoglobin intraoperatif sebagai *marker* (penanda) untuk transfusi darah.

Kadar hemoglobin dapat diukur dengan berbagai metode pengukuran, mulai dari cara yang paling sederhana hingga menggunakan instrumen yang canggih. *Flow cytometry* banyak digunakan sebagai metode baku di laboratorium klinik dengan instrumen *Hematology Analyzer*. Seiring perkembangan kemajuan teknologi pemeriksaan darah, instrumen *point of care testing* (POCT) menjadi alat diagnostik yang makin populer digunakan di berbagai tempat di rumah sakit, terutama dalam *setting* perawatan kritis seperti

unit perawatan intensif (ICU), ruang operasi dan unit gawat darurat.¹⁶ Instrumen POCT dapat mempermudah pengukuran kadar hemoglobin, mulai dari cara pengambilan sampel yang mudah, jumlah sampel yang sedikit dan instrumen dapat dibawa ke mana-mana. Beragam instrumen POCT untuk pengukuran kadar hemoglobin telah beredar di pasaran saat ini, misalnya HemoCue® Hb 201+ yang digunakan pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi penghitungan hemoglobin intraoperatif antara EBL, *Hematology Analyzer* dan *point of care testing* (POCT) serta mengetahui akurasi instrumen POCT dibanding dengan instrumen *Hematology Analyzer* yang dijadikan metode baku, dalam mengukur kadar hemoglobin intraoperatif pada pasien yang menjalani operasi elektif di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo.

Metode

Penelitian ini menggunakan uji diagnostik untuk membandingkan akurasi penghitungan hemoglobin intraoperatif antara EBL, *Hematology Analyzer* dan POCT. Penelitian dilakukan di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo antara Desember 2014 hingga Maret 2015, setelah didapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.

Cara pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan metode *consecutive sampling* dan memenuhi kriteria penerimaan dan tidak memenuhi kriteria penolakan. Besar sampel menggunakan rumus besar sampel tunggal untuk estimasi proporsi suatu populasi. Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Giraud dkk²² yang menunjukkan akurasi absolut 65,8% dan power 85% dengan interval kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$; $Z\alpha=1,96$), maka didapatkan besar sampel penelitian adalah 43.

Kriteria penerimaan adalah pasien berusia antara 18–64 tahun, dengan klasifikasi *American Society of Anesthesiologists* (ASA) I hingga III, yang menjalani operasi elektif di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo dengan estimasi perdarahan yang banyak dan kemungkinan memperoleh transfusi intraoperatif,

serta dengan pemeriksaan praoperatif Hb minimal 11 g/dL. Kriteria penolakan adalah pasien dengan gangguan jantung, paru atau ginjal yang berat, menderita penyakit HIV/AIDS, menjalani operasi jantung dan operasi lainnya di mana estimasi kehilangan darah tidak mudah dilakukan, atau yang mengalami kelainan penyakit darah (contoh: leukemia, myeloma, anemia sel sabit, defisiensi G6PD, talasemia). Kriteria pengeluaran adalah pasien dengan estimasi perdarahan intraoperatif tidak mencapai ABL dengan hemoglobin target 7 g/dL, dengan kondisi hemodinamik tidak stabil karena kehilangan darah tiba-tiba dan/atau masif, yang mendapatkan transfusi sel darah merah sebelum ABL tercapai atau sampel darah pasien untuk pemeriksaan hemoglobin dengan *Hematology Analyzer*, mengalami aglutinasi atau lisis.

Peneliti mendapatkan subjek penelitian berdasarkan jadwal operasi elektif di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo. Daftar *maximum surgical blood order schedule* (MSBOS) dijadikan panduan untuk memperkirakan jenis operasi elektif yang mengalami perdarahan yang banyak sehingga butuh persiapan transfusi darah. Peneliti memberikan penjelasan kepada subjek dan keluarganya penelitian ini. Persetujuan dari subjek penelitian diberikan secara tertulis.

Data identitas pasien seperti umur, jenis kelamin, berat badan, diagnosis, jenis operasi, ASA, dan kadar Hb praoperasi, yang diambil dari rekam medik pasien ke dalam lembar pengumpul data. Sesudah pembiusan oleh tim anestesi dan sebelum insisi dilakukan oleh tim bedah, spesimen pertama dari darah vena diambil sebanyak 3 mL untuk pengukuran dengan *Hematology Analyzer* (Sysmex XE-2100®). ABL dihitung berdasarkan acuan nilai hemoglobin hasil pengukuran *Hematology Analyzer* dengan target hemoglobin terendah 7 g/dL dan acuan EBV yang sesuai dengan pasien tersebut. Jumlah perdarahan selama operasi berlangsung diukur dari hasil penimbangan kassa dan ukur cairan darah yang ditampung dan disebut sebagai EBL. Pada saat EBL mencapai hitungan ABL dengan target Hb 7 g/dL sebelum produk darah ditransfusikan, Peneliti mengambil spesimen kedua untuk pengukuran hemoglobin dengan

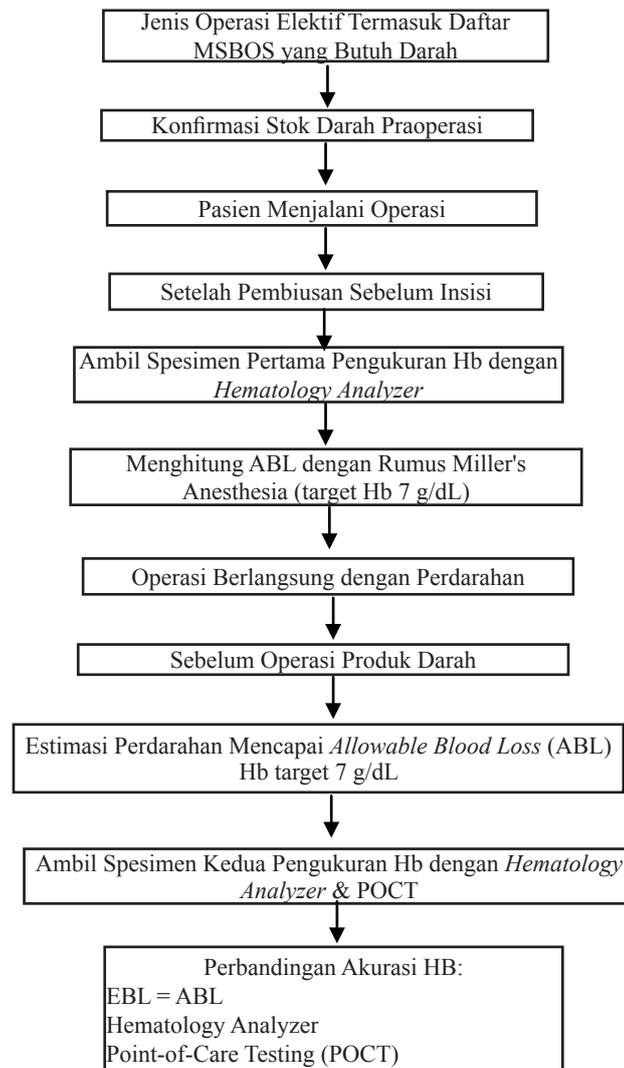
Tabel 1 Data karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Rata- rata
Usia (tahun)	46 (24)
Jenis kelamin	
Laki-laki	18 (41,9)
Perempuan	25 (58,1)
Berat badan (kg)	51,38 ± 9,96

Hematology Analyzer dan POCT. Hemoglobin target 7 g/dL dari penghitungan EBL sama dengan ABL, dibanding dengan nilai hemoglobin hasil pengukuran *Hematology Analyzer* dan POCT. Protokol penelitian dilakukan sesuai dengan diagram pada Gambar 1.

Hasil

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 75 subjek yang memenuhi kriteria inklusi. Delapan pasien dieksklusi karena menderita gangguan jantung, paru dan ginjal yang berat serta menderita HIV. Dari 67 subjek yang diamati intraoperatif terdapat



Gambar 1 Diagram Protokol Penelitian

Tabel 2 Hasil pengukuran Hb setelah mencapai ABL dengan perkiraan Hb 7 g/dL

Metode pengukuran	Hb (g/dL)
Hematology Analyzer	7,10 ± 1,18
POCT	7,12 ± 1,16

24 subjek yang memenuhi kriteria pengeluaran karena EBL tidak mencapai ABL dengan target Hb 7 g/dL atau Ht 21% hingga operasi selesai (17 subjek), terjadinya kehilangan darah masif secara tiba-tiba sehingga memerlukan transfusi sel darah merah dengan segera (4 subjek) dan tidak diketahuinya hasil pengukuran kadar hemoglobin dengan *Hematology Analyzer* meski sampel sudah dikirimkan (3 subjek). Terdapat 43 subjek yang diamati sejak awal pembiusan hingga diperoleh hasil pengukuran hemoglobin dengan *Hematology Analyzer* dan POCT. Tabel data karakteristik subjek penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil pengukuran kadar hemoglobin dengan menggunakan *Hematology Analyzer* pada saat perdarahan telah mencapai ABL dengan perkiraan Hb 7 g/dL (Ht 21%), didapatkan nilai rata-rata Hb 7,1 g/dL. Sedangkan dengan pengukuran menggunakan POCT didapatkan nilai rata-rata Hb 7,12 g/dL (Tabel 2).

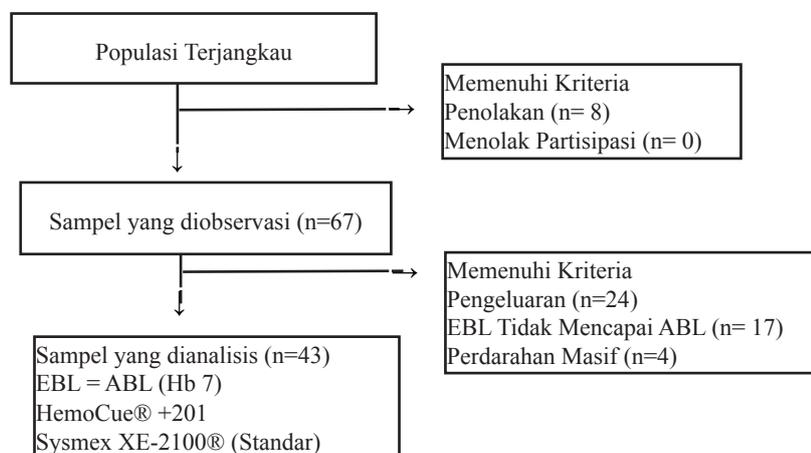
Uji Bland-Altman Hb EBL (7 g/dL) terhadap Hb *Hematology Analyzer* terdapat pada Gambar 3. Interval yang dianggap akurat terhadap kadar Hb 7 g/dL adalah -1 hingga 1, sementara *limits of agreement* -2,267 hingga 2,467. Sedangkan, uji Bland-Altman Hb POCT terhadap Hb

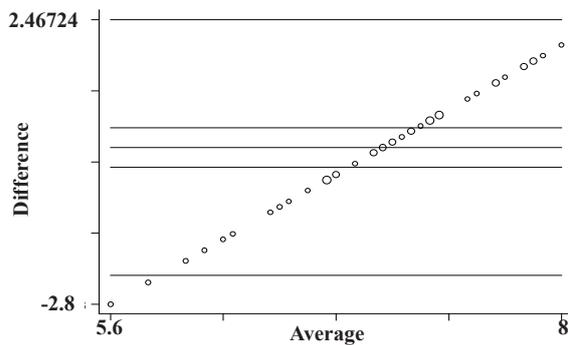
Hematology Analyzer terdapat pada Gambar 4 dengan *limits of agreement* -0,418 hingga 0,372.

Pembahasan

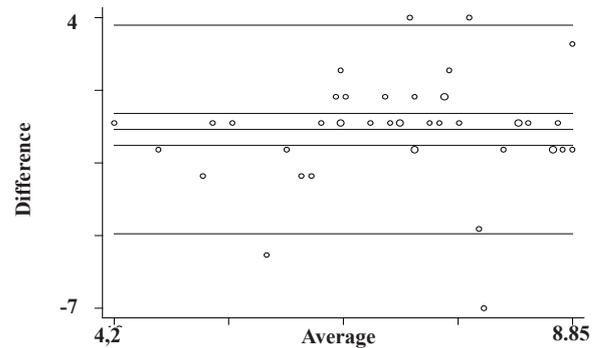
Pada penelitian ini dilakukan penghitungan jumlah perdarahan dan pemeriksaan kadar hemoglobin intraoperatif terhadap pasien yang menjalani operasi elektif di Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo pada saat perdarahan mencapai ALB dengan asumsi Hb 7 g/dL atau Ht 21 %.

Subjek penelitian memiliki rentang usia yang cukup lebar yaitu usia 18 tahun hingga 64 tahun, dan sebaran data tidak terdistribusi normal dengan rata-rata usia subjek penelitian adalah 42,72. Meskipun demikian perbedaan usia bukanlah faktor yang berpengaruh pada penelitian. Subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin terbanyak adalah perempuan sebanyak 58,1%. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin tidak berbeda jauh. Subjek penelitian memiliki rentang berat badan 32–73 kg dengan sebaran data terdistribusi normal. Berdasarkan rumus ABL dari *Miller's Anesthesia* maka perbedaan

**Gambar 2 Skema Seleksi Subjek Penelitian**



Gambar 3 Grafik Bland-Altman Hb EBL terhadap Hb Hematology Analyzer



Gambar 4 Grafik Bland-Altman Hb POCT terhadap Hb Hematology Analyzer

jenis kelamin dan berat badan merupakan faktor yang diperhitungkan dalam rumus ABL sehingga memengaruhi penelitian secara langsung.

Berdasarkan uji Bland-Altman Hb EBL terhadap Hb *Hematology Analyzer*, dengan rentang Hb yang masih dianggap akurat terhadap kadar Hb 7 g/dL adalah -1 hingga 1, maka diperoleh hasil bahwa rata-rata selisih Hb EBL terhadap Hb *Hematology Analyzer* adalah 0.100 (IK95% -0,264 sampai dengan 0.464) g/dL. *Limits of agreement* adalah rentang selisih Hb EBL terhadap Hb *Hematology Analyzer* pada 95% subjek yaitu antara -2.267 hingga 2.467 g/dl. Uji Pitman sebesar 0 ($p < 0,05$) memberikan informasi bahwa ada perbedaan yang bermakna pada berbagai hasil pengukuran.

Rentang Hb yang masih dianggap akurat terhadap kadar Hb 7 g/dL adalah -1 hingga 1, atau rentang Hb 6 hingga 8 g/dL, sebenarnya merupakan rentang Hb yang cukup besar dan implikasi klinisnya juga berpengaruh besar untuk keputusan transfusi. Rentang Hb tersebut diterapkan dengan harapan diperoleh *limits of agreement* yang kecil, tetapi ternyata didapatkan *limits of agreement* yang besar. Dengan rentang Hb yang ditetapkan cukup lebar, diperoleh *limits of agreement* yang cukup besar, maka disimpulkan bahwa EBL berdasarkan rumus ABL untuk memperkirakan Hb 7 g/dL, tidak mempunyai keakuratan yang baik bila dibanding dengan baku emas pengukuran kadar Hb yaitu *Hematology Analyzer*.

EBL mempunyai bias yang cukup besar karena sulitnya menghitung jumlah perdarahan secara tepat dari jumlah darah di tabung *suction*,

dari pencampuran dengan cairan tubuh lainnya seperti cairan asites, cairan kista, dari jumlah kassa yang basah, dari darah yang melekat pada kain penutup lapang operasi, pada baju operator, dari darah yang tercecer di lantai ruang operasi serta karena masuknya cairan infus intraoperatif sebagai pengganti perdarahan maupun sebagai rumanan.¹⁵

Rumus ABL menurut buku *Miller's Anesthesia* yang menjadi dasar penghitungan EBL mencakup komponen jenis kelamin, berat badan dan nilai hematokrit.¹⁹ EBV menurut *Gilcher's Rule of Five*, dihitung dari perkalian berat badan (kg) dan angka 70 (laki-laki) atau 65 (perempuan).²³ Nilai hematokrit pada saat kadar hemoglobin 7 g/dL diasumsikan 21% atau 3 (tiga) kali lipat kadar hemoglobin. Namun demikian asumsi tersebut tidak selalu tepat pada kenyataannya.

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil bahwa perkiraan EBL berdasarkan rumus ABL menurut buku *Miller's Anesthesia* terbukti tidak akurat untuk memperkirakan kadar Hn intraoperatif 7 g/dL bila dibanding dengan *Hematology Analyzer* di laboratorium. Sampai saat ini belum ada kesepakatan internasional tentang rumus ABL manakah yang paling akurat. Peneliti menggunakan rumus ABL dari *Miller's Anesthesia* dengan pertimbangan bahwa rumus ABL tersebut menghasilkan perhitungan jumlah perdarahan yang relatif lebih kecil daripada perhitungan rumus ABL dari *Smith & Aitkenhead's Textbook of Anaesthesia* maupun dari buku *Morgan & Mikail's Anesthesiology*, sehingga mengurangi risiko keterlambatan pemberian transfusi darah bila perkiraan jumlah perdarahan sudah melewati

ABL.^{17,18} Meskipun demikian hasil penelitian ini tidak dapat digunakan untuk membuktikan bahwa rumus ABL dari *Miller's Anesthesia* yang menjadi dasar perhitungan EBL, lebih akurat daripada rumus-rumus ABL lainnya.

Selain menguji keakuratan penghitungan hemoglobin intraoperatif dari EBL berdasarkan rumus ABL yang kerap dijadikan indikator untuk memutuskan transfusi, penelitian ini juga menguji keakuratan pengukuran hemoglobin intraoperatif dari POCT dibanding dengan metode baku yaitu *Hematology Analyzer*. Pada umumnya POCT memiliki keunggulan antara lain: perangkat yang sederhana dan mudah digunakan, volume sampel yang sedikit, hasil pengukuran yang cepat, risiko kesalahan pemeriksaan pra-analisis dan pasca-analisis yang minimal.

Perangkat POCT yang diuji akurasinya adalah HemoCue® Hb 201+, dibandingkan terhadap Sysmex XE-2100® sebagai peralatan *Hematology Analyzer*. Keduanya mempunyai prinsip instrumentasi yang berbeda. HemoCue® Hb +201 dalam mengukur hemoglobin menggunakan prinsip fotometri yang mengukur intensitas cahaya yang melewati larutan. Reagen dalam sediaan kering yang terdapat di dalam *microcuvette* akan melisis sel darah sampel, lalu menghasilkan larutan berwarna yang jernih. Fotometer dalam ruang analyzer akan mengukur intensitas cahaya yang melewati larutan tersebut dan mengkonversinya menjadi unit konvensional atau SI.²⁰

Sysmex XE-2100® sebagai *Hematology Analyzer* dalam mengukur kadar hemoglobin menggunakan prinsip spektrofotometri dengan metode SLS-hemoglobin. Reagen *sodium lauril sulfat* (SLS) yang bebas sianida itu akan melisis sel darah merah dan bereaksi dengan hemoglobin, membentuk oksihemoglobin yang dimodifikasi, dimana konsentrasinya diukur dengan melewatkan cahaya monokromatis. Cahaya yang diserap berbanding lurus dengan konsentrasi hemoglobin.²¹

Berdasarkan uji Bland-Altman Hb POCT terhadap Hb *Hematology Analyzer*, diperoleh hasil bahwa rata-rata selisih Hb POCT terhadap Hb *Hematology Analyzer* adalah -0,023 (IK95% -0,084 sampai dengan 0,037) g/dL. *Limits of agreement* adalah rentang selisih Hb POCT

terhadap Hb *Hematology Analyzer* pada 95% subjek, yang nilainya dalam rentang yang kecil yaitu antara -0,418 hingga 0,372 g/dl. Uji Pitman sebesar 0,545 ($p > 0,05$) memberikan informasi bahwa tidak ada variasi selisih pada berbagai hasil pengukuran. Dengan demikian, melalui uji ini diperoleh kesimpulan bahwa pengukuran kadar Hb intraoperatif dengan menggunakan POCT mempunyai keakuratan yang baik bila dibanding dengan baku emas pengukuran kadar Hb yaitu *Hematology Analyzer*. Dengan hasil pengukuran yang lebih cepat, POCT dapat menggantikan fungsi *Hematology Analyzer* untuk pengukuran kadar hemoglobin intraoperatif dan untuk pengambilan keputusan transfusi intraoperatif.

Perbedaan prinsip kerja antara fotometri dan spektrofotometri adalah penggunaan filter pada fotometri dan penggunaan prisma atau kisi-kisi difraksi pada spektrofotometri untuk memisahkan cahaya dengan gelombang panjang tertentu yang akan dilewatkan melalui larutan berwarna hasil percampuran sampel dan reagen.

Persamaan antara keduanya adalah pengukuran larutan berwarna dengan menggunakan sel-sel fotoelektrik untuk menghitung *absorbance* (A) atau *percent transmittance* (% T) dari cahaya yang melalui larutan berwarna tersebut. POCT yang digunakan pada penelitian ini mempunyai prinsip fotometri serta menggunakan *microcuvette* yang berisi sejumlah reagen tertentu dan mampu menampung volume sampel darah yang terukur (sekitar 10 uL). Hal inilah yang menjelaskan mengapa POCT mempunyai keakuratan yang baik.²⁰

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam menghitung EBL secara tepat, karena mengandalkan penilaian visual pada darah yang tertampung di tabung *suction*, yang terserap pada kassa, kain penutup lapang operasi, baju tim operator, yang tercecer di lantai operasi, yang bercampur dengan cairan infus, cairan asites, cairan kista, cairan amnion dan sebagainya. Idealnya keputusan transfusi intraoperatif bergantung pada hasil pemeriksaan hemoglobin yang *real-time*, tetapi penelitian ini juga menghadapi kendala sistem administrasi menyebabkan hasil pengukuran hemoglobin dengan *Hematology Analyzer* di laboratorium tidak dapat diperoleh dengan cepat oleh peneliti

yang berada di ruangan operasi Instalasi Bedah Pusat RSUPN Cipto Mangunkusumo.

Simpulan

Terdapat perbedaan bermakna dalam akurasi penghitungan hemoglobin intraoperatif antara EBL dengan *Hematology Analyzer*. Pengukuran kadar hemoglobin intraoperatif dengan perangkat POCT mempunyai keakuratan yang lebih baik daripada EBL bila dibandingkan dengan baku emas pengukuran kadar Hb yaitu *Hematology Analyzer*. EBL berdasarkan rumus ABL dengan hemoglobin target 7 g/dL tidak bisa digunakan untuk pengambilan keputusan transfusi intraoperatif karena tidak mempunyai keakuratan yang baik.

Daftar Pustaka

- Rahardjo E, Sunatrio, Mustafa I. Transfusi Komponen Darah: Indikasi dan Skrining. Dalam: Health Technology Assessment (HTA) Indonesia 2003. Jakarta: Direktorat Bina Upaya Kesehatan Rujukan Depkes RI (Disitasi 1 Oktober 2014). Tersedia dari: <http://buk.depkes.go.id>.
- Berkow L. Factors affecting hemoglobin measurement. *J Clin Monit Comput*. 2013;27(5):499–508.
- Frank SM, Savage WJ, Rothschild JA, Rivers RJ, Ness PM, Paul SL, latowski JA. Variability in blood and blood component utilization as assessed by an anesthesia information management system. *Anesthesiol*. 2012;117:99–106
- Budny PG, Regan PJ, Roberts AH. The estimation of blood loss during burns surgery. *Burns*. 1993;19:134–7.
- Guinn NR, Broomer BW, White W, Richardson W, Hill SE. Comparison of visually estimated blood loss with direct hemoglobin measurement in multilevel spine surgery. *Transfusion*. 2013;53:2790–4.
- McCullough TC, Roth JV, Ginsberg PC, Harkaway RC. Estimated blood loss underestimates calculated blood loss during radical retropubic prostatectomy. *Urol Int* 2004;72:13–6.
- Schorn MN. Measurement of blood loss: review of the literature. *J Midwifery Womens Health*. 2010;55:20–7.
- Seruya M, Oh AK, Boyajian MJ, Myseros JS, Yaun AL, Keating RF. Unreliability of intraoperative estimated blood loss in extended sagittal synostectomies. *J Neurosurg Pediatr*. 2011;8:443–9.
- Seruya M, Oh AK, Rogers GF, Han KD, Boyajian MJ, Myseros JS, Yaun AL, Keating RF. Blood loss estimation during fronto-orbital advancement: implications for blood transfusion practice and hospital length of stay. *J Craniofac Surg*. 2012;23:1314–7.
- Stafford I, Dildy GA, Clark SL, Belfort MA. Visually estimated and nalculated blood loss in vaginal and cesarean delivery. *Am J Obst Gynecol*. 2008;199:519.e1–7.
- Bose P, Regan F, Paterson-Brown S. Improving the accuracy of estimated blood loss at obstetric haemorrhage using clinical reconstructions. *Brit J Obst Gynecol*. 2006;113:919–24.
- Dildy GA 3rd, Paine AR, George NC, Velasco C. Estimating blood loss: can teaching significantly improve visual estimation? *Obst Gynecol*. 2004;104:601–6.
- Toledo P, Eosakul ST, Goetz K, Wong CA, Grobman WA. Decay in blood loss estimation skills after web-based didactic training. *Simul Healthc* 2012;7:18–21.
- Adkins AR, Lee D, Woody DJ, White WA. Accuracy of blood loss estimations among anesthesia providers. *Am Assc Nurse Anesth J*. 2014 Aug;82(4):300–6.
- Johar RS, Smith RP. Assessing gravimetric estimation of intraoperative blood loss. *J Gynecol Surg*. 1993;9:151–4.
- Louie RF, Tang Z, Shelby DG, Kost GJ. Point-of-care testing: Millennium technology for critical care. *Lab Med* 2000; 31(7):402–8.
- Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution. *Anesthesiol* 1983;58(3):277–80.
- Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Management & Blood Component Therapy. Dalam: Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. Edisi ke-5. New York: McGraw-Hill; 2013. hlm.1168.

19. Coté CJ. Pediatric Anesthesia. Dalam: Miller, Ronald D, Eriksson, Lars I, Fleisher. Miller's Anesthesia. Edisi ke-8. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2015. hlm. 2784.
20. Principles of Chemistry Instrumentation. Dalam: Estridge BH, Reynolds AP, penyunting. Basic Clinical Laboratory Techniques. Edisi ke-6. New York: Delmar; 2012. hlm. 623-7.
21. Firdaus. Sysmex XE-2100. Tersedia dari: <http://belajar-analis-kesehatan.blogspot.com>. Disitasi tanggal 1 Oktober 2014.
22. Giraud B, Frasca D, Debaene B, Mimoz O. Comparison of haemoglobin measurement methods in the operating theatre. Br J Anaesth. 2013;111(6):946-54.
23. Pham HP, Shaz BH. Update on massive transfusion. Br J Anaesth. 2013;111(1):i72.