
UJI DIAGNOSTIK RIEFAMETER SEBAGAI ALAT PENGUKUR KADAR HEMOGLOBIN NONINVASIF PADA IBU HAMIL DI PUSKESMAS IBRAHIM ADJIE TAHUN 2019

Rif'atul Mahmudah*

*AKBID La Tansa Mashiro, Rangkasbitung

Article Info	Abstract
Keywords: <i>Diagnostic Test, Measurement of hemoglobin, Noninvasive</i>	<i>Riefameter is a tool of noninvasive Hb measurement using an oximeter system. Riefameter is a safer solutions as it can reduce the causing of infection, its easy to be used and does not require an expertise. This study aimed to analyze the sensitivity, specificity, and accuracy of riefameter as a tool of noninvasive hemoglobin measurement. The research method used was observational analytic. The subjects were pregnant women who examined at Ibrahim Adjie Public Health Center in Bandung on May-June 2019 by 114 people. This study used a "post test only control group design". The results showed that sensitivity, specificity, and accuracy of riefameter as a noninvasive hemoglobin measurement are 85.9%;90,2%; and 88,6%. Conclusion, Riefameter has a good value of sensitivity, specificity, and accuracy, because it exceeds the expected value of 85%. so, measuring of hemoglobin using riefameter can be used as an alternative noninvasive hemoglobin measurement.</i>
Corresponding Author: rifa18mahmudah@gmail.com	Abstrak Riefameter adalah alat ukur Hb noninvasif dengan menggunakan sistem oksimeter. Riefameter adalah solusi yang lebih aman

©2019 JOS.All right reserved.

karena dapat mengurangi penyebab infeksi, mudah digunakan dan tidak memerlukan keahlian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi riefameter sebagai alat pengukuran hemoglobin noninvasif. Metode penelitian yang digunakan adalah analitik observasional. Subjek penelitian adalah ibu hamil yang diperiksa di Puskesmas Ibrahim Adjie Bandung pada Mei-Juni 2019 sebanyak 114 orang. Penelitian ini menggunakan “post test only control group design”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi riefameter sebagai pengukuran hemoglobin noninvasif adalah 85,9%; 90,2%; dan 88,6%. Kesimpulannya, Riefameter memiliki nilai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi yang baik, karena melebihi nilai yang diharapkan yaitu 85%. Sehingga pengukuran hemoglobin menggunakan riefameter dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran hemoglobin noninvasif.

Pendahuluan

Selama ini hampir semua pengukuran kadar hemoglobin darah dilakukan secara invasif, sebenarnya cara ini kurang menguntungkan bagi penderita dengan kondisi serius atau pasien penderita *diabetes melitus* akut yang tidak mungkin dilakukan pengambilan sampel darah berkali-kali.^{1,2} Pengukuran kadar hemoglobin dengan melibatkan pengambilan darah atau secara invasif dapat

berpotensi menimbulkan risiko infeksi pada petugas kesehatan maupun pasien menimbulkan rasa sakit dan juga ketakutan karena berkenaan dengan darah. Selain itu, pengukuran kadar hemoglobin secara invasif merupakan tantangan besar untuk wilayah yang menderita kekurangan air, listrik, infrastruktur yang minim, higienis yang rendah, dan kurangnya penyedia layanan kesehatan yang terampil, untuk itu pengukuran kadar hemoglobin secara

noninvasif dinyatakan oleh *world health organization* (WHO) merupakan salah satu teknologi medis sebagai kunci untuk meningkatkan kesehatan secara global.^{1,3} Untuk itu, pengembangan alat ukur kadar hemoglobin darah secara noninvasif sangat dibutuhkan. Riefameter merupakan alat pengukur hb noninvasif menggunakan sistem oksimeter dilengkapi dengan *light-emitting diode* (LED) merah dan inframerah, fotodioda, serta mikrokontroler. Riefameter merupakan salah satu solusi yang lebih aman dari metode invasif dan dapat mengurangi potensi kontaminasi infeksi. Selain itu, riefameter juga mudah digunakan dan tidak membutuhkan keahlian khusus untuk melakukan diagnosis yang akurat, sehingga menjamin biaya yang lebih rendah, namun riefameter juga perlu dilakukan penelitian baik mengenai sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi agar dalam penggunaannya dapat memberikan hasil yang sesuai dengan standar bakunya.

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimanakah sensitivitas,

spesifisitas, dan akurasi riefameter dalam mengukur kadar hemoglobin ibu hamil di Puskesmas Ibrahim Adjie tahun 2019?.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hasil pengukuran jumlah kadar hemoglobin menggunakan riefameter sebagai alat ukur kadar hemoglobin noninvasif dengan *automated hematology analyzer* sebagai standar bakunya dan menganalisis sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi riefameter dalam mengukur kadar hemoglobin ibu hamil. Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah Alat oksihemoglobinometer secara noninvasif (riefameter) memiliki sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi yang baik untuk mengukur kadar hemoglobin pada ibu hamil.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain penelitian *post test control group design* atau pengambilan data untuk setiap objeknya dilakukan pada satu unit waktu. Tiap-tiap responden dilakukan pemeriksaan

kadar hemoglobin sebanyak 2 kali.⁴ Pemeriksaan pertama menggunakan *sysmex (automated hematology analyzer)* sebagai baku emas dan pemeriksaan kedua menggunakan riefameter oleh pemeriksa yang berbeda. Hasil pengukuran kadar Hb dari dua alat tersebut dibanding sehingga diketahui perbedaan hasilnya menggunakan uji statistik yang sesuai. Pengukuran kadar hemoglobin menggunakan kedua alat dilakukan secara *blinding* dengan dasar untuk menghindari terjadinya bias.⁵ Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *consecutive sampling* dengan jumlah sampel sebanyak 114 orang yang memenuhi kriteria inklusi di Puskesmas Ibrahim Adjie Kota Bandung pada Bulan Mei–Juni 2019. Pengambilan data hasil pengukuran kadar hemoglobin menggunakan riefameter dengan *automated hematology analyzer* dianalisis menggunakan uji T dependent dan uji diagnostik. Persetujuan etik penelitian didapat dari Komite Etik Penelitian Program Magister Terapan Kebidanan STIKes Dharma Husada Bandung dengan

surat No. 077/SDHB/SKet/PSKBS2/XII/2019.

Hasil dan pembahasan Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap 114 orang ibu hamil, tiap-tiap subjek dilakukan pengukuran sebanyak dua kali, yaitu satu kali menggunakan *sysmex* dan satu kali menggunakan riefameter. Data yang diperoleh dari penggunaan riefameter dan *sysmex*, yaitu berupa hasil pengukuran jumlah kadar hemoglobin dianalisis untuk mengetahui perbedaan hasil pengukuran dari keduanya dan diketahui nilai sensitivitas, spesifisitas dan nilai AUC yang akan menjadi nilai akurasi dari riefameter.^{6,7,8} Selanjutnya, sebelum dilaksanakan penelitian riefameter dilakukan ujicoba terhadap 10 orang ibu hamil dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan riefameter dengan standar bakunya. Alat ukur kadar hemoglobin noninvasif (riefameter) sudah melalui tahap perbaikan sebanyak tiga kali, yaitu dua kali pada tahap persiapan dan satu kali pada tahap pelaksanaan.

Tabel 1 Perbedaan Hasil Pengukuran Kadar Hemoglobin antara Menggunakan Sysmex dan Riefameter

Sysmex	Riefameter	P Value*
10,530±1,023 g/dL	10,652±1,059 g/dL	0,088

*Uji T Dependen

Berdasar tabel 1 menunjukkan perbedaan hasil pengukuran kadar hemoglobin menggunakan sysmex dengan riefameter didapatkan bahwa rerata±SD hasil pengukuran kadar hemoglobin menggunakan sysmex adalah 10,530±1,023 g/dL dan menggunakan riefameter adalah 10,652±1,059 g/dL dengan selisih antara kedua alat ukur adalah 0,122

g/dL (p=0,088) yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna jumlah kadar hemoglobin yang diukur menggunakan riefameter dengan metode noninvasif dengan *automated hematology analyzer* sebagai standar bakunya atau dengan kata lain hasil pengukuran jumlah kadar hemoglobin menggunakan kedua alat memperoleh hasil yang sama secara statistik.

Tabel 2 Uji Diagnostik Riefameter dalam Mengukur Kadar Hemoglobin pada Ibu Hamil

Pemeriksaan	Sensitivitas* (%)	Spesifisitas* (%)	Akurasi* (%)
Kadar Hemoglobin	85,9	90,2	88,6

*Uji Receiver Operating Curve

Berdasar tabel 2 menunjukkan hasil uji diagnostik diketahui bahwa nilai sensitivitas riefameter sebesar 85,9% artinya kemampuan riefameter untuk mendapatkan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin yang rendah di antara ibu hamil yang sebenarnya memiliki hasil pemeriksaan kadar

hemoglobin yang rendah pula berdasar atas hasil seluruh pemeriksaan, yaitu sebesar 85,9% atau di antara 100 ibu hamil yang memiliki kadar hemoglobin yang rendah 86 orang akan dinyatakan memiliki kadar hemoglobin yang rendah pula oleh pengukuran menggunakan riefameter. Spesifisitas

riefameter sebesar 90,2% yang artinya kemampuan riefameter untuk mendapatkan hasil pengukuran kadar hemoglobin yang normal di antara ibu hamil yang sebenarnya memiliki hasil pengukuran kadar hemoglobin yang normal pula berdasar atas hasil seluruh pemeriksaan, yaitu sebesar 90,2% atau di antara 100 ibu hamil yang memiliki kadar hemoglobin yang normal, yaitu sebesar 90 orang akan dinyatakan memiliki kadar hemoglobin normal pula oleh pengukuran menggunakan riefameter. Akurasi riefameter sebesar 88,6% yang artinya kemampuan riefameter dalam mengukur jumlah kadar hemoglobin dengan benar dari seluruh pemeriksaan adalah 88,6% atau dari 100 ibu yang diperiksa kadar hemoglobinnnya maka 89 orang ibu akan mendapatkan hasil yang benar menggunakan riefameter.

PEMBAHASAN

1. Perbedaan Hasil Pengukuran Kadar Hemoglobin Menggunakan Riefameter dengan Sysmex

Hasil analisis secara statistik tidak terdapat perbedaan yang

bermakna jumlah kadar hemoglobin yang diukur menggunakan riefameter dengan metode noninvasif dengan *automated hematology analyzer* sebagai standar bakunya atau dengan kata lain hasil pengukuran jumlah kadar hemoglobin menggunakan kedua alat memperoleh hasil yang sama. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selisih angka yang diperoleh dari hasil perhitungan dianggap tidak memiliki perbedaan yang bermakna dari hasil pengukuran di antara kedua alat, artinya hasil ini mendukung hipotesis yang ada. Tidak adanya perbedaan hasil pengukuran ini dapat terjadi karena pengukuran kadar hemoglobin dilakukan pada waktu bersamaan dengan dua alat pemeriksa yang berbeda.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitin Alfiana RD dkk.⁹ bahwa tidak ada perbedaan hasil pengukuran kadar hemoglobin menggunakan oksihemoglobinometer noninvasif dengan *automated hematology*

analyzer. Hal ini dikarenakan kedua alat tersebut memiliki prinsip kerja yang sama, yaitu sama-sama adanya penyinaran terhadap suatu jaringan/darah menggunakan gelombang cahaya tertentu sehingga adanya perubahan warna yang dihasilkan dari absorpsi atau penyerapan Hb dalam darah terhadap cahaya yang dipancarkan. Hasil penyerapan emisi cahaya inilah yang nantinya akan diukur. Darah yang mengandung hemoglobin yang terikat dengan oksigen ($O_2Hb/oxsyhemoglobin$) dengan yang tidak (Hb) akan menunjukkan spektrum absorpsi yang berbeda dari emisi cahaya. Rasio perbedaan penyerapan cahaya tersebut menjadi acuan untuk menentukan saturasi oksigen. Rasio (R) adalah jumlah perbandingan penyerapan cahaya inframerah dan cahaya merah.¹⁰

Hal ini juga didukung oleh Hukum Lambert dalam teori *Spectroscopy* dinyatakan bahwa seberkas cahaya yang dilewatkan melalui sebuah massa (jaringan biologis) akan mengalami

absorpsi, transmisi, dan refleksi sesuai dengan konsentrasi dan partikel yang sesuai dengan panjang gelombang spesifik zat itu.¹⁰ Berdasar atas teori pengukuran saturasi oksigen (SPO_2) sebanding dengan pengukuran kadar hemoglobin karena hemoglobin merupakan zat yang dapat mengikat oksigen sehingga dapat diibaratkan hemoglobin adalah zat yang mengangkut dan saturasi oksigen adalah banyaknya muatan yang diangkut.¹¹

Riefameter merupakan alat pengukur hemoglobin dengan metode noninvasif menggunakan sistem oksimeter, *light-emitting diode* (LED) merah dan inframerah, fotodioda, serta mikrokontroler. Panjang gelombang pada LED merah adalah 620 nm dan LED inframerah 940 nm. Kadar hemoglobin yang mengandung oksigen akan menyerap panjang gelombang cahaya 910 nm dan hemoglobin yang tidak mengikat oksigen menyerap panjang gelombang 650 nm. Kedua LED

ini memiliki panjang gelombang sesuai dengan kriteria sehingga hal inilah yang menjadi alasan mengapa LED merah dan inframerah digunakan sebagai komponen utama.¹² Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Haryanto.¹³ bahwa di antara tiga jenis macam LED yang memiliki nilai eror yang rendah (5,7%) dan akurasi yang tinggi (97%) adalah LED merah dan inframerah kedua jenis LED ini memberikan hasil yang lebih baik untuk menerobos jaringan organ di bagian jari tangan.

Autoanalyzer merupakan analisis otomatis menggunakan teknik aliran khusus bernama “Analisis Aliran Kontinu (CFA)” *Autoanalyzer (chemistry analyzer)* merupakan salah satu alat laboratorium canggih yang dilengkapi dengan sistem *sequensial multiple analysis*. Alat ini mempunyai kemampuan pemeriksaan yang lebih banyak, berfungsi untuk analisis kimia secara otomatis. Alat ini mampu menggantikan prosedur-prosedur analisis manual dalam

laboratorium, rumah sakit, dan industri. *Autoanalyzer* dapat digunakan untuk menganalisis kandungan air, gas, mineral, logam, dan material biologis dari suatu larutan.¹⁴

Autoanalyzer digunakan terutama untuk analisis laboratorium rutin dalam bidang medis. Instrumen ini biasanya menentukan jumlah nilai albumin, alkali fosfatase, aspartate transaminase (AST), nitrogen urea darah, bilirubin, kalsium, kolesterol, kreatinin, glukosa, fosfor anorganik, protein, dan asam urat dalam sampel darah tubuh serum atau lainnya. Lampu halogen sebagai sumber cahaya merupakan cahaya polikromatik yang mempunyai panjang gelombang 400–800 nm memancarkan cahayanya yang masuk ke *monochomator*. *Monochomator* merupakan alat untuk menguraikan spektrum warna dari cahaya dan di dalam *monochomator* ini cahaya polikromatik diuraikan menjadi *monochromatic*. Selanjutnya, dari *monochomator* cahaya masuk ke

filter. Filter ini berfungsi memilih atau melewatkan hanya 1 spektrum cahaya sesuai dengan unsur yang akan diukur, karena setiap atom hanya akan menyerap spektrum yang sesuai dengan energi atom itu sendiri.¹⁴

Kedua alat baik *automated hematology analyzer* maupun riefameter, memiliki kesamaan secara prinsip, namun *automated hematology analyzer* memiliki kelebihan tersendiri, yaitu adanya filterisasi. Filter ini berfungsi memilih atau melewatkan hanya 1 spektrum cahaya sesuai dengan unsur yang akan diukur, karena setiap atom hanya akan menyerap spektrum yang sesuai dengan energi atom itu sendiri. Bedanya dengan riefameter yang menganalisis sampel menggunakan cahaya LED dan Inframerah tanpa dilakukannya filterisasi sehingga alat tidak dapat memilih secara fokus spektrum yang akan diteliti.

2. Uji Diagnostik Riefameter dalam Mengukur Kadar Hemoglobin pada Ibu Hamil

Hasil analisis secara statistik menggunakan uji diagnostik dengan metode ROC didapatkan hasil bahwa sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi riefameter yang baik sebagai alat ukur kadar hemoglobin dengan metode noninvasif.

Hal ini ditunjang karena komponen utama dalam pembuatan riefameter adalah LED merah dan inframerah. Inframerah merupakan radiasi elektromagnetik yang panjang gelombangnya lebih panjang dari cahaya yang nampak yaitu di antara 700 nm dan 1 mm, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Untuk sensor elektronik dengan menggunakan inframerah diperlukan pemancar inframerah yang dapat menghasilkan gelombang inframerah dan pendeteksi inframerah yang dapat mendeteksi gelombang inframerah.¹⁵

Inframerah adalah suatu gelombang cahaya yang

mempunyai panjang gelombang lebih tinggi dari pada cahaya merah. Sinar inframerah tergolong ke dalam sinar yang tidak tampak. Jika dilihat dengan spektroskop sinar maka radiasi sinar inframerah tampak pada spektrum gelombang elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang sinar merah. Dengan panjang gelombang ini, sinar inframerah tidak dapat dilihat oleh mata tetapi radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa. Walaupun begitu, radiasi yang dihasilkan yaitu panas, akan terasa atau terdeteksi oleh kulit tubuh.¹⁵

Sinar inframerah yang dipancarkan oleh pemancar inframerah tentunya mempunyai aturan tertentu agar data yang dipancarkan dapat diterima dengan baik pada penerima. Oleh karena itu, baik di pengirim inframerah maupun penerima inframerah harus mempunyai aturan yang sama dalam mentransmisikan (bagian pengirim) dan menerima sinyal tersebut kemudian

mendekodekannya kembali menjadi data biner (bagian penerima). Komponen yang dapat menerima inframerah ini merupakan komponen yang peka cahaya, dapat berupa dioda (photodioda) atau transistor (phototransistor).¹⁵ Fotodioda adalah jenis dioda yang berfungsi mendeteksi cahaya. Berbeda dengan dioda biasa, komponen elektronika ini akan mengubah cahaya menjadi arus listrik. Cahaya yang dapat dideteksi oleh fotodioda ini dimulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultraviolet, sampai dengan sinar-x.⁹

Teori di atas menunjukkan bahwa komponen yang ada pada riefameter sudah sesuai dengan aturan. Hal ini bisa dilihat pada komponen yang digunakan dalam pembuatan riefameter di antaranya LED dan inframerah, fotodioda, serta mikrokontroler. LED dan inframerah serta fotodioda merupakan satu kesatuan yang sesuai. LED dan inframerah akan memancarkan data dengan baik jika

penerimanya merupakan komponen yang peka cahaya dan mampu mengumpulkan sinyal inframerah sebanyak mungkin sehingga pulsa-pulsa sinyal listrik yang dihasilkan kualitasnya cukup baik. Salah satu komponen yang memiliki karakteristik seperti yang disebutkan adalah berupa fotodiode. Komponen ini akan merubah energi cahaya inframerah, menjadi pulsa-pulsa sinyal listrik.¹⁵

Penelitian oleh Hadar.¹⁶ bahwa pengukuran kadar hemoglobin noninvasif menggunakan LED merah dan inframerah memiliki nilai beda sebesar 0,1 dengan standar bakunya dan pengukuran kadar hemoglobin noninvasif menggunakan LED dan inframerah memiliki nilai akurasi 95%.¹⁶ Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *sysmex* memiliki nilai sensitivitas yang tinggi (93,8%), spesifisitas yang baik (93,6%), serta akurasi yang kuat (98%).¹⁷

Keterbatasan penelitian ini adalah Riefameter belum memiliki kestabilan yang baik

sehingga apabila alat mengalami guncangan terlalu sering akan memengaruhi hasil pengukuran dan tidak adanya indikator petunjuk bahwa alat harus dilakukannya kalibrasi, hal ini membuat hasil pengukuran yang ditunjukkan alat berbayang.

Simpulan pada penelitian ini adalah Jumlah kadar hemoglobin yang diukur menggunakan riefameter dengan metode noninvasif memiliki hasil yang sama dengan *automated hematology analyzer* sebagai standar bakunya dan Alat oksihemoglobinometer secara noninvasif (riefameter) memiliki sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi yang baik untuk mengukur kadar hemoglobin ibu hamil.

Saran teoretis Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbandingan alat ukur kadar hemoglobin noninvasif dengan metode selain *automated hematology analyzer*.

Simpulan

Tidak terdapat perbedaan yang bermakna jumlah kadar hemoglobin

yang diukur menggunakan riefameter dengan metode noninvasif dengan *automated hematology analyzer* sebagai standar bakunya atau dengan kata lain hasil pengukuran jumlah kadar hemoglobin menggunakan kedua alat memperoleh hasil yang sama secara statistik. Riefameter memiliki nilai sensitifitas, spesifisitas, dan akurasi yang baik, karena melebihi nilai yang diharapkan yaitu 85%. Untuk itu, pengukuran kadar hemoglobin menggunakan riefameter bisa dijadikan sebagai alternatif alat pengukur kadar hemoglobin dengan metode noninvasif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andriani KD, Risnawati I, Nor A. Perbedaan rata-rata hasil pengukuran kadar hemoglobin dengan menggunakan alat ukuran hemoglobin sahli dan elektrik. STIKES Muhammadiyah Kudus. J Dinam Keb. 2015;5(1):1–11.
2. Faatih M, Sariadji K, Susanti I, Putri R, Dany F, Nikmah U. Penggunaan alat pengukuran hemoglobin di puskesmas, polindes, dan pustu. J Pent Peng Pely Kes. 2017 Agustus;1(1):32–9.
3. Feitosa A, Sampaio L, Batista A, Pinhero C. Prequency of fear of needles and impact of a multidisciplinary educational approach towards pregnant women with diabetes. Revis Brasil Ginecol Obstet. 2013 Maret;35(3):10–7.
4. Notoatmodjo S. Metodologi penelitian kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta; 2015.
5. Sopiudin DM. Penelitian diagnostik: dasar-dasar teoritis dan aplikasi dengan program SPSS dan Stata. Jakarta: Salemba Medika; 2009.
6. Kusmantoro ZN, Danardono. Akurasi uji diagnostic menggunakan luasan bawah kurva ROC smoothed empirical. ETD UGM. 2017;1(1):1–8.
7. Maskoen TT, Purnama DJ. Area under kurve (AUC) dan akurasi Cyatatin C pasien politrauma. Maj Ked Band. 2018;50(4):259–64.
8. Hidayat R, Primasari I. Metode penelitian psikodiagnostika. Bulet Psikol. 2011;19(2):81–92.

9. Alfiana RD, Zakaria H, Shahib MN, Susanto Herman. Akurasi pengukuran kadar hemoglobin menggunakan alat oksihemoglobinometer noninvasif pada ibu hamil di puskesmas Kabupaten Bantul. *J Ners Keb Indo*. 2018;6(1):60–65.
10. Fridayanti N, Muldarisnur. Rancang bangunalat ukur kadar gula darah pada urin dengan metode evanescent. *POSITRON*. 2018;8(2):1–6.
11. Harrison. Buku saku Harrison: hematologi dan onkologi. Surabaya: Karisma; 2013.
12. Doshi P. Optical sensor system for hemoglobin measurement. *Int J Comput Engine Res*. 2013;03(7):41–5.
13. Guruh H. Rancang bangun oksimeter digital bebasic mikrokontoler ATMega 16. *J Med Electro*. 2018;07(03):1–1.
14. Sofie M. Autoanalyzer (chemistry analyzer). Blog Kesehatan (serial online) 2014 September 2 (diunduh 8 April 2018). Tersedia dari: <https://mohamadsofie.blogspot.com/2014/09/autoanalyzer-chemistry-analyzer.html>.
15. Andrianto H. Pemrograman mikrokontroler AVR ATMega 16 menggunakan bahasa C (Code Vision AVR). Informatika: Bandung; 2013.
16. Hadar E, Ruban O, Bouganim T, Gevish KT, Hod M. Precision and accuracy of noninvasif hemoglobin measurement during pregnancy. *J Matern Fet Neonat Med*. 2012;25(12):1–11.
17. Rahayu ET, Ratnaningsih T, Mulyono B. Peran reticulocyte hemoglobin equivalent (Ret-He) untuk skrining defisiensi besi pada anak usia 6 bulan sampai 5 tahun. *Sysmex*. 2014;1-2.