

Aplikasi BGA UMAHA Sebagai Pendeteksi Gas Darah Disertai Interpretasi Hasil Berbasis Android

Application of BGA UMAHA as Blood Gas Detection with Android-Based Result Interpretation

Siti Nur Husnul Yusmiati¹⁾, Jusak Nugraha²⁾, Anton Yuntarso^{3*)}

¹⁾ Prodi D3 TLM, FIKes, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo

²⁾ Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya

³⁾ Laboratorium Klinik, RSUD Dr. Soetomo, Surabaya

*correspondence e-mail: ayuntarso@gmail.com

ABSTRAK

Derajat keasaman tubuh dapat mengalami peningkatan (alkalosis) dan penurunan (asidosis) akibat gangguan keseimbangan kation anion serta kegagalan transportasi dan produksi makromolekul sehingga permasalahan suatu fungsi sel dapat terjadi. Afinitas *Ferro* (Fe^{2+}) yang terikat oleh molekul histidin dalam struktur haemoglobin terhadap oksigen akan terganggu jika pH darah arteri lebih kecil dari 7,35 atau lebih besar dari 7,45. Tingkat gangguan asam basa tubuh dapat diukur menggunakan alat gas darah. Pada saat pertama kali muncul alat gas darah hanya menyajikan hasil pH, pCO_2 , dan pO_2 dimana parameter yang lain seperti HCO_3 , BE, O_2 saturasi harus diplot terlebih dahulu menggunakan tabel Siggard Anderson. Perkembangan teknologi, mendukung terciptanya alat gas darah yang terintegrasi dengan logaritma bahasa program parameter hitungan, sehingga nilai HCO_3 , *Base Excess Extra Cellular Fluid* (BEecf), *Base Excess Blood* (BEB), O_2 saturasi, dan parameter lain dapat termunculkan setelah didapatkan nilai pH, pCO_2 , dan pO_2 . Basis penelitian ini adalah pembuatan aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 yang dapat memberikan hasil interpretasi secara cepat, tepat, praktis, dan murah dengan tambahan inputan suhu tubuh dan kadar Hb pasien untuk mendapatkan nilai BEBase dan O_2 saturasi yang diperlukan, dengan demikian diharapkan permasalahan stabilitas alat, tingkat kelelahan klinisi dan efisiensi biaya dapat dilakukan. Kesimpulan pada penelitian ini adalah aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 dapat memunculkan parameter hitungan dengan inputan suhu dan kadar Hb dengan akurasi tinggi tanpa dipengaruhi nilai LOD alat serta dapat memunculkan interpretasi hasil.

Kata kunci: Aplikasi seluler BGA; asam basa; gas darah.

ABSTRACT

*The degree of acidity of the body can increase (alkalosis) and decrease (acidosis) due to disruption of the anion cation balance and failure of transport and production of macromolecules so that problems with cell function can occur. The affinity of Ferro (Fe^{2+}) bound by the histidine molecule in the hemoglobin structure for oxygen will be disturbed if the arterial blood pH is less than 7.35 or greater than 7.45. The level of acid-base disorders of the body can be measured using a blood gas instrument. When the blood gas device first appeared, it only presented the results of pH, pCO_2 , and pO_2 where other parameters such as HCO_3 , *Base Excess Extra Cellular Fluid* (BEecf), *Base Excess Blood* (BEB), O_2 saturation had to be plotted first using the Siggard Anderson table. The development of technology supports the creation of a blood gas device that is integrated with the language logarithm of the calculation parameter program, so that the values of HCO_3 , BEecf, BEB, O_2 saturation, and other parameters can be displayed after the pH, pCO_2 , and pO_2 values are obtained. The basis of this research is the making of the BGA UMAHA version 0.1.0 mobile application which can provide fast, precise, practical, and inexpensive interpretation results with additional input of body temperature and patient Hb levels to obtain the required BEBase and O_2 saturation values, thus the problem is expected. device stability, clinician fatigue level and cost efficiency can be achieved. The conclusion in this study is that the BGA UMAHA version 0.1.0 mobile application can bring up the calculation parameters by inputting temperature and Hb levels with high accuracy without being influenced by the LOD value of the tool and can bring up the interpretation of the results.*

Keywords: Acid bases; BGA mobile application; blood gases.

PENDAHULUAN

Pergeseran gaya hidup di era millenia diantaranya pola makan dan menu makan yang menuju kepraktisan, tuntutan gaya hidup yang tinggi dengan berkeinginan kecepatan akan ketersediaan menyebabkan tidak sedikit manusia yang mengalami gangguan keseimbangan metabolisme karbohidrat, protein, lemak dan elektrolit yang dapat berakibat gangguan keseimbangan asam basa. Kereaktifan besi (Fe^{2+}) yang terikat oleh molekul asam amino histidin dalam struktur hemoglobin akan terganggu jika pH darah arteri lebih kecil dari 7,35 atau lebih besar dari 7,45. Gangguan ikatan hemoglobin terhadap oksigen menyebabkan jaringan, sel, dan organ akan mengalami kekurangan oksigen. Pada tingkat mitokondria akan menyebabkan *oxygen debt* yang berakibat gangguan regenerasi koenzim pada siklus krebs. Kerusakan jaringan, sel dan organ yang salah satunya dapat diamati dari hasil pemeriksaan laboratorium berupa peningkatan nilai enzim LDH dan peningkatan asam laktat adalah merupakan akumulasi gangguan *oxygen debt* pada tingkat mitokondria dimana para praktisi klinisi dapat mengamatinya melalui observasi visual perubahan fisik dari tubuh pasien akibat perubahan fungsi organ, jaringan, makromolekul, dan perubahan cairan tubuh dari yang semestinya, sehingga keseimbangan asam basa tubuh sangat penting terjaga untuk menghindari berbagai gangguan tersebut. [15][27][28]

Pengukuran tingkat gangguan asam basa tubuh dapat dilakukan menggunakan alat Gas Darah. Pada saat pertama kali muncul alat gas darah hanya menyajikan hasil pH, pCO_2 , dan pO_2 dimana parameter yang lain seperti HCO_3 , BE, O_2 saturasi harus diplot terlebih dahulu menggunakan tabel *Siggard Anderson*. Perkembangan teknologi mendukung terciptanya alat gas darah yang terintegrasi dengan logaritma bahasa program parameter hitungan, sehingga nilai HCO_3 , Be_{ecf} , BE_B , O_2 saturasi, dan parameter yang lain dapat termunculkan setelah nilai pH, pCO_2 , dan pO_2 mendapatkan hasil. Kecepatan klinisi dalam memberikan interpretasi analisa gas darah akan memberikan kecepatan dan ketepatan

dalam memberikan terapi pada pasien gangguan keseimbangan asam basa pada tingkat akut maupun kronis terutama di unit kegawat daruratan. [4][7][25]

Suhu tubuh penderita yang terukur dapat memberikan hasil yang berbeda pada nilai pH, pCO_2 , dan pO_2 sesuai rekomendasi dari lembaga internasional yang menstandarkan perhitungan parameter kimia klinik, yaitu *National Clinical Chemistry Laboratory Standard* (NCCLS). Perubahan nilai pH, pCO_2 , dan pO_2 tersebut memberikan perubahan dalam parameter perhitungan diantaranya HCO_3 , Be_{ecf} , BE_B , O_2 saturasi. Untuk kadar Hb penderita hanya dapat memberikan perubahan pada nilai BE_B . Hal tersebut kemungkinan dapat memberikan perubahan dalam interpretasi [17][19][20][21][22]

Zaman Era milenium dan digitalisasi saat ini kemudahan interpretasi analisa gas darah banyak disajikan dalam bentuk aplikasi *mobile* sebagai pilihan lain menggantikan alat gas darah dengan biaya yang relatif murah dengan hanya mengukur pH, pCO_2 , pO_2 , kadar Hb, dan suhu tubuh yang diperlukan klinisi dalam interpretasi keseimbangan asam basa tubuh. *Blood Gas Analyzer Simple* Versi 2.1 yang dikembangkan oleh DR. Abdul Rahman Ibnouf (2016), harus memasukkan data pH, pCO_2 , HCO_3 , BE, pO_2 , FiO_2 , Na, K, Cl, dan albumin untuk interpretasi yang harus menyiapkan 2 jenis sampel. ABG Complete yang dikembangkan oleh Dr. Satish Deopujari M.D, DNB, India National Chairman Pediatric Intensive Care, harus memasukkan data pH, pCO_2 , HCO_3 , pO_2 dan HCO_3 mengikuti pola pCO_2 dalam memilihnya. Arterial Blood Gas Pro yg dikembangkan oleh imedical-apps.com (2015) dan AGD yg dikembangkan oleh Dr. Tian Huu Dung, Versi 2.0 (2015), ada parameter HCO_3 yg harus diisikan. Alat gas darah sekarang ini begitu pesat perkembangannya dengan banyak terintegrasi di *Laboratium Information System* dengankonsekuensi nilai jual yang sangat tinggi. Alat analisa gas darah yang tidak begitu mahal ada batas nilai limit deteksi sehingga tidak dapat mengeluarkan parameter hitungan pada saat nilai

pH, pCO₂, dan pO₂ dibawah batas deteksi alat.

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, diperlukan pembuatan aplikasi *mobile* interpretasi analisa gas darah yang memberikan hasil interpretasi secara cepat, tepat, praktis, dan murah dengan tambahan inputan suhu tubuh dan kadar Hb pasien untuk mendapatkan nilai BE_{Base} dan O₂ saturasi yang diperlukan oleh klinisi anestesi. Rencana Aplikasi *mobile* Blood Gas versi 0.1.0 Universitas Maarif Hasyim Latif adalah satu satu pilihan program aplikasi *mobile* android pengganti alat gas darah yang didasarkan standar perhitungan NCCLS dengan keakuratan dan kecepatan dalam interpretasi. Kemungkinan perubahan interpretasi akibat perubahan suhu tubuh dapat menjadi keunggulan dari aplikasi *mobile* Blood Gas versi 0.1.0 Universitas Maarif Hasyim Latif.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian pemodelan dengan menggunakan sistem *mobile* berbasis android. Populasi pada penelitian ini adalah penderita yang melakukan pemeriksaan gas darah di IGD RSUD Dr. Soetomo Surabaya selama tahun 2019. Penelitian ini menggunakan lebih dari 60 sampel hasil pemeriksaan analisa gas darah yang diambil dari populasi secara acak. Tahap pra-analitik dilakukan dengan mengumpulkan data dan dilakukan pembuatan rumus di program excell yang dilanjutkan pembuatan program android. Setelah mendapatkan data pH, pCO₂, dan pO₂ serta suhu pasien, dilakukan perhitungan HCO₃, BE_{ECF}, BE_B, dan saturasi O₂ berdasarkan NCCLS untuk dibuatkan interpretasi hasil analisa gas darah dengan beberapa kemungkinan skema interpretasi. Tahap pasca analitik dilakukan perhitungan sesuai standar NCCLS untuk mendapatkan nilai HCO₃, TCO₂, BE_{ECF}, BE_B, SO₂ yang akan dicocokkan dengan keluaran dari alat, kemudian dibuat penyederhanaan bagan interpretasi untuk memudahkan dalam pembuatan program aplikasi berbasis android.

Alat dan bahan yang digunakan, diantaranya spuit berisi darah arteri heparin, alat AGD GEM 3500 dan alat AGD Nova IL 1620.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Output Parameter Hitungan

Hasil print pada pasien yang diperiksa gas darahnya dengan suhu yang tidak terinput akan dibuat secara otomatis oleh alat dengan suhu 37°C dan akan dibandingkan hasil parameter hitungan alat tersebut dengan aplikasi BGA *mobile* UMAHA versi 0.1.0 yang menggunakan formula dari NCCLS. Parameter hitungan suhu standard yang termunculkan, yaitu parameter HCO₃, TCO₂, BE_{ECF}, BE_B (hanya untuk AGD NOVA) dan O₂ saturasi pada alat AGD komersial akan dibandingkan dengan aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 tersajikan pada tabel 1,2,3,4,5 dan 6 pada suhu standard (37°C) dan suhu terukur yang terinputkan, serta membandingkan hasil aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 dengan aplikasi yang biasa digunakan oleh patologi klinis, yaitu aplikasi *BGA Cornell University*. Kriteria perbedaan yang bisa diterima oleh CLIA adalah 0,04 untuk nilai pH, 5 mmHg atau 8% untuk nilai pCO₂ yang bisa juga digunakan untuk nilai HCO₃, dan untuk pO₂ serta untuk O₂ saturasi nilai keterterimaan perbedaan adalah 15%.

Pada tabel 6 dapat diamati bahwa aplikasi perhitungan parameter yang sering digunakan para praktisi dan tenaga ahli laboratorium medik secara online yang bersumber dari Cornell University didapatkan selisih perbedaan dengan alat gas darah komersial yang digunakan di laboratorium yaitu di atas 2,5% untuk parameter HCO₃ dan diatas 0,3% untuk parameter BE dan O₂ saturasi, yang artinya aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 akurasi lebih tinggi dari aplikasi BGA Cornell University.

Terlihat pada tabel 7. didapatkan hasil parameter HCO₃, TCO₂, BE_{ecf}, Oksigen Saturasi (%SO₂) yang tidak termunculkan dari alat dikarenakan keterbatasan alat komersial yang mendapatkan hasil parameter utama, yaitu pH, pO₂, pCO₂ dibawah nilai minimal alat (LOD) sehingga parameter hitungan tidak termunculkan, dan aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 dapat memberikan alternatif solusi dalam permasalahan yang terjadi.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pemeriksaan BGA UMAHA 0.1.0 dengan AGD Nova IL 1620

No	Alat AGD Nova IL 1625							Hasil BGA UMAHA 0.1.0					
	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃	TCO ₂	BEECF	BEB	SO ₂ (%)	HCO ₃	TCO ₂	BEECF	BEB	SO ₂ (%)
1.	7,255	35,3	283,5	15,8	16,9	-11,5	-9,8	99,7	15,8	16,9	-11,5	-9,8	99,8
2.	7,314	21,7	112,2	11,1	11,8	-15,3	-12,5	97,9	11,1	11,8	-15,3	-12,5	96,5
3.	7,466	32,7	98,8	23,8	24,8	-0,1	1,4	98,1	23,8	24,8	-0,1	1,4	98,1
4.	7,251	93	97,6	41,2	44,1	13,8	11,4	95,5	41,3	44,1	13,8	11,4	95,5
5.	7,444	25,1	144,6	17,4	18,1	-6,9	-5,1	99,3	17,4	18,1	-6,9	-5,0	99,4

Tabel 2. Perbedaan (%) hasil AGD alat nova IL 1625 parameter perhitungan (suhu standar) dengan *Mobile* BGA UMAHA

Sampel No	Perbedaan Hasil Android dengan Alat AGD IL 1625					
	HCO ₃	TCO ₂	BEECF*	BEB*	SO ₂ (%)	Hb (g/dL)
1.	0 %	0 %	0	0	0,1 %	13,0
2.	0 %	0 %	0	0	1,4 %	11,6
3.	0 %	0 %	0	0	0 %	16,6
4.	0 %	0 %	0	0	0 %	11,6
5.	0 %	0 %	0	0,1	0,1 %	8,8

Tabel 3. Perbandingan hasil pemeriksaan AGD GEM 3500 dengan *mobile* BGA UMAHA 0.1.0

No	Alat AGD GEM 3500							Hasil BGA UMAHA 0.1.0				
	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)	
1.	7,35	24	105	13,2	13,9	-12,4	98	13,4	14,1	-12,4	97,9	
2.	7,39	30	98	18,2	19,1	-6,8	98	18,3	19,2	-6,8	97,7	
3.	7,53	27	81	22,6	23,4	-0,1	97	22,8	23,6	-0,1	97,3	
4.	7,17	54	128	19,7	21,4	-8,8	98	19,9	21,5	-8,8	97,8	
5.	7,21	93	102	37,2	40,1	9,3	97	37,5	40,4	9,5	95,7	

Tabel 4. Perbedaan hasil AGD alat GEM 3500 parameter perhitungan suhu standar Dengan *mobile* BGA UMAHA 0.1.0

*Perbedaan Hasil Android UMAHA dengan Alat GEM 3500

No	HCO ₃	TCO ₂	BEECF	SO ₂ (%)
1.	2 %	1 %	0	0 %
2.	1 %	1 %	0	0 %
3.	1 %	1 %	0	0 %
4.	1 %	0 %	0	0 %
5.	1%	1 %	0,2	1 %

Keterangan: * Perbedaan dalam angka bukan persen

Tabel 5. Perbandingan hasil pemeriksaan AGD GEM 3500 dengan *Mobile* BGA Cornell University

No	Alat AGD GEM 3500						Hasil BGA Cornell University			
	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)	HCO ₃	BE _{ECF}	SO ₂ (%)
1.	7,35	24	105	13,2	13,9	-12,4	98	12,8	-11,5	98
2.	7,39	30	98	18,2	19,1	-6,8	98	17,5	-6,5	97,6
3.	7,53	27	81	22,6	23,4	-0,1	97	21,8	-0,6	95,9
4.	7,17	54	128	19,7	21,4	-8,8	98	19	-8,2	98,9
5.	7,21	93	102	37,2	40,1	9,3	97	35,9	8,1	97,9

Tabel 6. Perbedaan (%) Hasil Pemeriksaan AGD GEM 3500 dengan *mobile* BGA Cornell University

No	Alat AGD GEM 3500						Perbedaan Hasil BGA Cornell University			
	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)	HCO ₃	BE _{ECF}	SO ₂ (%)
1.	7,35	24	105	13,2	13,9	-12,4	98	3%	0,9	0%
2.	7,39	30	98	18,2	19,1	-6,8	98	3,8%	0,3	0,4%
3.	7,53	27	81	22,6	23,4	-0,1	97	3,5%	0,5	1,1%
4.	7,17	54	128	19,7	21,4	-8,8	98	3,7%	0,7	0,9%
5.	7,21	93	102	37,2	40,1	9,3	97	3,5%	1,3	0,9%

Tabel 7. Parameter Perhitungan Hasil Tidak Keluar pada GEM 3500 Dibandingkan dengan *mobile* BGAUMAHA 0.1.0

No	Hasil Analisa Gas Darah Alat GEM 3500							Hasil Android UMAHA 0.1.0			
	pH	pCO ₂	pO ₂	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ECF}	SO ₂ (%)
1.	6,99	8	158	-	-	-	-	1,9	2,2	-29,7	98,2
2.	7,12	9	140	-	-	-	-	3,0	3,2	-26,6	98,3
3.	7,03	8	208	-	-	-	-	2,1	2,4	-28,9	99,3
4.	7,04	8	60	-	-	-	-	2,2	2,4	-28,6	78,8
5.	7,05	9	155	-	-	-	-	2,5	2,8	-28,2	98,4

Tabel 8. Hasil Konversi Suhu AGD Nova IL 1620 dengan BGA UMAHA 0.1.0 untuk Parameter pH, pCO₂, dan pO₂

No	37°C			Suhu Terkoreksi AGD Nova IL 1620			Suhu Terkoreksi BGA UMAHA			Keterangan
	pH	pCO ₂	pO ₂	pH _T	pCO _{2T}	pO _{2T}	pH _T	pCO _{2T}	pO _{2T}	
1.	7,389	39,4	156,8	7,360	43,1	168,9	7,36	43,1	168,9	T=39,0°C Hb= 6,0 g/dL
2.	7,464	30,3	83,8	7,500	29,8	81,7	7,5	29,8	81,7	T=36,6°C Hb= 15,2 g/dL
3.	7,397	40,4	75,0	7,375	43,1	82,9	7,375	43,1	82,9	T=38,5°C Hb= 10,2 g/dL
4.	7,405	40,1	74,4	7,383	42,8	82,2	7,383	42,8	82,2	T=38,5°C Hb= 8,6 g/dL
5.	7,390	40,5	151,2	7,360	44,2	163,6	7,361	44,2	163,6	T=39,0°C Hb= 5,9 g/dL

Tabel 9. Hasil Konversi Suhu BGA GEM 3500 dengan *mobile* AGD UMAHA 0.1.0 untuk Parameter pH, pCO₂, dan pO₂

No	37°C			Suhu Terkoreksi AGD GEM 3500			Suhu Terkoreksi Android UMAHA			Keterangan
	pH	pCO ₂	pO ₂	pH _T	pCO _{2T}	pO _{2T}	pH _T	pCO _{2T}	pO _{2T}	
1.	7,42	36	135	7,43	34	129	7,435	34,5	129,0	T=36°C Hb= 14 g/dL
2.	7,38	46	250	7,36	49	257	7,358	49,1	257,3	T=38,5°C Hb= 14,0 g/dL
3.	7,38	47	237	7,35	51	247	7,351	51,3	246,8	T=39,0°C Hb= 14,0 g/dL
4.	7,41	34	139	7,42	33	133	7,425	32,5	133,0	T=36°C Hb= 14 g/dL
5.	7,41	34	133	7,42	33	127	7,425	32,5	127,0	T=36°C Hb= 14 g/dL

Tabel 10. Hasil Konversi suhu AGD Nova IL 1620 dengan *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 untuk Parameter HCO₃, BE_{ecf}, dan BE_B

No	Suhu Terkoreksi AGD Nova IL 1620			Suhu standar (37°C) Mobile BGA UMAHA			Suhu Terkoreksi Mobile BGA UMAHA			Keterangan
	HCO ₃	BE _{ecf}	BE _B	HCO ₃	BE _{ecf}	BE _B	HCO ₃	BE _{ecf}	BE _B	
1.	24,1	-1,1	-0,1	24	-1,2	-0,1	24,5	-1,1	-0,1	T=38,5°C Hb= 8,2 g/dL
2.	23,5	0,1	1,8	23,5	0	1,8	23,4	0,1	1,9	T=38,0°C Hb= 21,7 g/dL
3.	25,1	0	0,9	25,1	0	0,9	25,5	0,1	0,8	T=36,5°C Hb= 14,9 g/dL
4.	25,3	0,4	1,3	25,4	0,4	1,3	25,7	0,5	1,2	T=36,5°C Hb= 10,5 g/dL
5.	24,7	-0,4	0,5	24,7	-0,4	0,5	25,2	-0,4	0,6	T=38,5°C Hb= 15,0 g/dL

Tabel 11. Hasil Suhu Standard dan Konversi Suhu *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 terhadap AGD GEM 3500 untuk parameter HCO₃, TCO₂ dan BE_{ecf}

No	Suhu Terkoreksi AGD GEM 3500			Suhu standar (37°C) Mobile BGA UMAHA			Suhu Terkoreksi Mobile BGA UMAHA			Keterangan
	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ecf}	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ecf}	HCO ₃	TCO ₂	BE _{ecf}	
1.	23,4	24,5	-1,1	23,6	24,7	-1,1	23,3	24,4	-1,1	T=36,0°C Hb= 14 g/dL
2.	27,2	28,6	2,1	27,5	28,9	2,1	27,9	29,4	2,2	T=38,5°C Hb= 14 g/dL
3.	27,8	29,2	2,7	28,1	29,5	2,7	28,6	30,2	2,8	T=39,0°C Hb= 14,0 g/dL
4.	26,6	28	1,2	26,8	28,2	1,1	27,1	28,6	1,2	T=36,0°C Hb= 14,0 g/dL
5.	14,4	16	-16,1	14,5	16,1	-16,1	14,4	16	-16,2	T=36,0°C Hb= 14,0 g/dL

Pada tabel didapatkan nilai pH, pCO₂, dan pO₂ dan parameter hitungan pada suhu terkonversi didapatkan nilai BGA UMAHA versi 0.1.0 yang hampir tidak berbeda dengan alat komersial.

Interpretasi Hasil Mobile BGA UMAHA

Hasil Interpretasi *mobile* BGA UMAHA terhadap alat Automatik AGD Komersial Inputan Suhu dan Kadar Hb kemudian diinput pada aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0. Salah satu contoh pada kasus Alkalosis Metabolik dikatakan bahwa ada nilai kisaran dalam menentukan kompensasi apa tidaknya suatu gangguan alkalosis metabolik, yaitu setiap kenaikan bikarbonat 1 mmol/L akan terjadi mekanisme kompensasi kenaikan pCO₂ sebesar 0,6-0,75 mmHg. (Edijanto, SP, 2000., Mohan, A., 2006., Irizarry, R., 2009., dan Larkins, G.,2015). Teori tersebut kemudian dibuatkan suatu formula sebagai berikut.

$$\left\{ 40 + \left(\frac{HCO_3 \text{ aktual} - 24}{1} \right) \times 0,6 - 0,75 \right\}$$



Gambar 1. Hasil output GEM 3500 dan BGA UMAHA

Gambar 1. Hasil analisis gas darah menunjukkan terjadinya ALKALOSI METABOLIK. Secara teoritis, pada Alkalosis Metabolik terdapat mekanisme kompensasi dari pCO₂, yaitu jika setiap kenaikan HCO₃ 1 mmol/L

disertai dengan kenaikan pCO₂ 0,6 – 0,75 mmHg. Pada pasien ini HCO₃ terukur adalah 39,1 mmol/L sehingga nilai pCO₂ terkompensasi secara teori adalah 49,06 – 51,325 mmHg. Pada hasil tsb didapatkan nilai pCO₂ terukur 49 (pCO₂ terukur < pCO₂ kompensasi), dan nilai pCO₂ terukur pada pasien tersebut adalah melebihi rentang 35 – 45 mmHg. Maka interpretasi yang dapat dinyatakan adalah MIXALKALOSIS METABOLIK dan ASIDOSIS RESPIRATORIK (rumus pada diagram alir interpretasi page-5). Hasil output BGA UMAHA versi 0.1.0 sudah sesuai dengan teoritis di atas.

Aplikasi pada *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 menyajikan banyak kemungkinan dari angka angka yang ditampilkan dari print out analisa gas darah tanpa membatasi kemungkinan yang terjadi walaupun secara klinis hal tersebut tidak pernah terjadi. Hal ini dilakukan agar semua interpretasi terwakilkan dan jika kemungkinan angka tersebut tidak termunculkan maka interpretasi tersebut juga tidak pernah termunculkan. Contoh hasil interpretasi kedua pada gambar 2 menunjukkan hasil AGD pasien dengan diagnosa klinis Cronic Kidney Disease (CKD). Secara analitik dari kajian angka dan nilai normal didapatkan interpretasi ALKALOSIS RESPIRATORIK.



Gambar 2. Hasil output Nova 1L 1620 dan BGA UMAHA

Secara teoritis, pada Alkalosis Respiratorik terdapat mekanisme kompensasi dari HCO₃, yaitu pada fase AKUT HCO₃ akan menurun 1- 2 mmol/L setiap penurunan pCO₂ 10 mmHg. Pada fase

KRONIS HCO_3 akan menurun 4-5 mmol/L setiap penurunan pCO_2 10 mmHg. Secara rumus, penurunan tersebut berarti nilai HCO_3 yang terukur lebih kecil dari nilai HCO_3 rujukan. Pada penderita tsb didapatkan nilai HCO_3 lebih kecil (18,7 mmol/L) dari nilai HCO_3 rujukan (24 mmol/L) yang artinya ada penurunan 5,3 (rumus Z). Secara teoritis kompensasi HCO_3 pada fase Akut pasien tsb dg nilai pCO_2 28,6 mmHg adalah menurun 1,14 – 2,28 mmol/L, dan kompensasi HCO_3 fase Kronis adalah terjadi penurunan 4,56 – 5,7mmol/L. Penurunan HCO_3 5,3 mmol/L pada pasien tersebut berada pd rentang kronis, dan nilai HCO_3 pasien tsb < 22 mmol/L. Maka interpretasi yang dapat dinyatakan adalah KRONIS ALKALOSIS RESPIRATORIK KOMPENSASI ASIDOSIS METABOLIK. Secara klinis pada pasien tersebut diatas, kemungkinan terbesar mekanisme penurunan pelepasan HCO_3 oleh ginjal sebagai penyebab utama dikarenakan kemungkinan ada gangguan pada fungsi ginjal sehingga sebagai kompensasinya tubuh akan melakukan penurunan pCO_2 dalam darah sehingga kemungkinan kedua dalam interpretasi adalah asidosis metabolik kompensasi alkalosis respiratorik dan di BGA UMAHA versi 0.2.0 sudah tersajikan pada Gambar 2.

Interpretasi ganda dimaksudkan ada kemungkinan interpretasi lain secara klinis selain interpretasi secara analitik yang hanya berdasar angka dan nilai rujukan normal sehingga dalam *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 ditampilkan 2 kemungkinan hasil interpretasi.

Aplikasi pada *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 menyajikan banyak kemungkinan dari angka yang ditampilkan dari print out alat gas darah tanpa membatasi kemungkinan yang terjadi walaupun secara klinis hal tersebut tidak pernah terjadi. Hal ini dilakukan agar semua interpretasi terwakilkan dan jika kemungkinan angka tersebut tidak termunculkan maka interpretasi tersebut juga tidak pernah termunculkan.

Aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 memberikan alternative solusi dalam hal ini. Nilai parameter perhitungan pada analisa gas darah

yaitu nilai HCO_3 , TCO_2 , BE_{ecf} pada aplikasi *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 dibandingkan dengan output alat komersial NOVA IL 1620 didapatkan perbedaan hasil 0%. Parameter SO_2 pada aplikasi *mobile* BGA UMAHA versi 0.1.0 memiliki perbedaan rata rata 0,1% - 0,2% dengan hasil parameter SO_2 pada alat komersial NOVA IL 1620. Pada tabel yang merupakan contoh dari hasil yang lengkap dilampiran didapatkan nilai parameter perhitungan pada analisa gas darah, yaitu nilai HCO_3 , TCO_2 pada aplikasi *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 dibandingkan dengan output alat komersial AGD BGA GEM 3500 didapatkan perbedaan hasil rata rata kisaran 1%-2% , untuk parameter BE perbedaannya rata rata kisaran 0 – 0,1 perbedaan ini lebih besar dari alat AGD Nova IL 1620 dikarenakan pada penggunaan rumus HCO_3 pada alat Nova IL 1620 menggunakan angka 7,608 (NCCLS,1982) sedangkan pada alat GEM 3500 menggunakan alat 7,604. Perbedaan angka dari HCO_3 ini akan membuat nilai BE_{ecf} , TCO_2 dan O_2 saturasi juga akan berbeda, ini dikarenakan rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Log} [\text{HCO}_3^-] = \text{pH} + \text{Log } \text{pCO}_2 - 7.604 \text{BE}_{\text{ecf}} = \text{HCO}_3^- - 25 + 16.2 (\text{pH} - 7.400)$$
, sedangkan untuk parameter SO_2 juga akan dapat memberikan fluktuatif perbedaan dari kedua alat komersial Analisa Gas Darah (AGD) dikarenakan rumus yang digunakan dipengaruhi oleh HCO_3 , yaitu:
$$\left\{ \frac{(\text{pO}_2^3) + (150 \times \text{pO}_2)}{(\text{pO}_2^3) + (150 \times \text{pO}_2) + 23400} \right\} \times 100$$
, dan pO_2 dicari menggunakan persamaan $\text{pO}_2 \times \left\{ 10^{(0,48 \times (\text{pH} - 7,4) - 0,0013 \times (\text{HCO}_3^- - 25))} \right\}$

Parameter SO_2 memiliki perbedaan rata rata kurang dari 1%. Inputan suhu dan kadar Hb parameter pH konversi, pCO_2 konversi, pO_2 konversi pada aplikasi *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 memberikan perbedaan 0% dengan alat AGD komersial. Aplikasi *mobile* BGA UMAHA 0.1.0 untuk parameter HCO_3 , TCO_2 , BE, SO_2 dapat digunakan juga sebagai evaluator terhadap stabilitas komponen komponen elektrik pada alat AGD komersial dikarenakan logaritma matematik yang digunakan tidak dipengaruhi komponen elektrik.

Cornell University yang mempunyai program perhitungan secara online sering digunakan para praktisi dan tenaga ahli

laboratorium medik secara online yang kemudian dibandingkan dengan hasil AGD print out alat komersial yaitu Nova IL 1620 dan GEM 3500 didapatkan selisih perbedaan diatas 2,5% untuk parameter HCO_3 dan diatas 0,3% untuk parameter BE dan O_2 saturasi, yang artinya aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 keakurasiannya lebih tinggi dari aplikasi BGA Cornell University. Mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 dalam interpretasi ganda disini dimaksudkanada kemungkinan interpretasi lain secara klinis selain secara analitik yang hanya berdasar angka dan nilai rujukan normal sehingga dalam mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 ditambihkan dua kemungkinan hasil interpretasi. Aplikasi pada mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 memunculkan banyak kemungkinan dari angka yang ditampilkan print out analisa gas darah tanpa membatasi kemungkinan yang terjadi meskipun secara klinis hal tersebut tidak pernah terjadi. Tindakan ini dilakukan agar semua interpretasiterwakilan dan jika kemungkinan angka tersebut tidak termunculkan maka interpretasi tersebut juga tidak pernah termunculkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian pada aplikasi BGA UMAHA sebagai pendeteksi gas darah disertai interpretasi hasil berbasis android di Laboratorium IGD RSUD Dr. Soetomo Surabaya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter hitungan pada saat nilai pH, pCO_2 , dan pO_2 dibawah nilai deteksi alat dapat terukur dengan aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0 yaitu HCO_3 , BE, TCO_2 , O_2 saturasi.
2. Parameter hitungan pada suhu standar (37°C) dan suhu terukur dari penderita disertai inputan kadar Hb berupa pH, pCO_2 , pO_2 , HCO_3 , BE, TCO_2 , O_2 saturasi dengan akurasi tinggi dapat terukur dengan aplikasi mobile BGA UMAHA versi 0.1.0
3. Interpretasi hasil analisa gas darah pada suhu standar (37°C) dan suhu terukur dari penderita disertai inputan kadar Hb dapat termunculkan di aplikasi mobile BGA

UMAHA versi 0.1.0

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Allah SWT, kedua orang tua sekaligus keluarga tercinta. Lembaga penelitian yakni laboratorium IGD RSUD Dr. Soetomo Surabaya, Bapak Ir. H. Ahmad Makki, MT selaku ketua yayasan yang sudah memberikan banyak energinya untuk membangkitkan semangat kami, Bapak DR. H. Fathoni Rodhi selaku Rektor dan Ibu Dekan yang turut mensupport kami, Mr. Farhan, MT dan Mr. Bayu, MT selaku tim IT, Profesor Dr. Jusak Nugraha, Sp.PK(K), M.Th., selaku pembimbing yang selalu memberikan dukungan moral dan spiritual serta memberikan keilmuannya dengan hati, Ibu Hj. DR. Siti Nur Husnul Yusmiati, M.Kes selaku pembimbing yang membimbing.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, Pengaturan Asam Basa dan Elektrolit, Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta 2002, Hal 331-340.
2. Burtis, Carl A. and Ashwood, Edward R., ed. 1999. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Co.
3. Beasley R, McNaughton A, Robinson G. New look at the oxyhaemoglobin dissociation curve. *Lancet* 2006;367:1124-6.
4. Clementine YF Yap, Tar Choon Aw, 2011., Arterial Blood Gases, Proceedings of Singapore Healthcare, Vol. 20, No. 3, 2011
5. Chernecky CC, Berger BJ, Laboratory Tests and Diagnostic Procedures, Fifth Edition, W.B. Saunders Company, 2004, hal. 210-217
6. Driscoll P, Brown T, Gwinnutt C, Wardle T. A simple guide to blood gas analysis. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2002.
7. Edijanto SP, Gangguan Keseimbangan Air, Elektrolit dan Asam Basa Laboratorium Patologi Klinik FK Unair/ RSUD Dr. Soetomo, Surabaya, 2000.
8. Fall PJ. A stepwise approach to acid-base disorders. Practical patient evaluation for metabolic acidosis and other conditions. *Postgrad Med* 2000;107:249- 50, 253-4, 257-8

9. Hingston DM. A.,1982., Computerized Interpretation of Arterial pH and Blood Gas Data: do physicians need it? *Respir Care* 1982;27:809-815
10. Harrison, R.A., Davidson, R., Shapiro, B.A., Myer, N.S. 1975. Reassessment of the assumed A-V oxygen content difference in the shunt calculation. *Anesth Analg*. Vol 54 No 1987.
11. Ishihara K, Szerlip HM. Anion gap acidosis. *Semin Nephrol* 1998;18:83-97. 12. Irizurri, R.,2009., Arterial and Venous Blood Gas, Indication, Interpretation, and Clinical Application, CE Article, Compendium.
13. Larkin, B.G., Jimmanck, 2015, Interpreting Arterial Blood Gas Successfully, AORN, Inc.
14. Matta, Wilbraham, Staley, 1996, General, Organic, and Biological chemistry, Health and Company, Toronto.
15. Mohan, M.S. and Bates, R.G. 1977. Blood pH, Gases and Electrolytes. NBS Special Publication, 450. U.S. Government Printing Office.
16. Narins RG, Emmett M. Simple and mixed acid-base disorders: a practical approach. *Medicine (Baltimore)* 1980;59:161-87.
17. NCCLS: Tentative standard definition of quantities and conversions related to blood pH and gas analysis., Vol 2, No 10 pag 329-361 (1982).
18. NCCLS 27-A: "Blood Gas Pre-analytical Consideration: Specimen Collection, Calibration, and Controls", Approved Guideline, April 1993.
19. National Committee for Clinical Laboratory Standards. 1999. Tentative Standard for Definitions of Quantities and Conventions Related to Blood pH and Gas Analysis. NCCLS 2:10.
20. Oxford Medical Education, 2014., Arterial Blood Gas Interpretation for Medical Students.
21. Pranawa, Panduan Praktis Interpretasi Analisa Gas Darah, Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Unair/ RSU Dr. Soetomo, Surabaya 2005.
22. Siggaard-Andresen O, The Acid-Base States of the Blood. 4th ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1974:51, 116.
23. Suter, P.M., Fairley, H.B., Schlobohm, R.M. 1975. Shunt, lung volume, and perfusion during short periods of ventilation with oxygen. *Anesthesiology*. Vol 43 No 617.
25. Scott MG, Heusel JW, et al. Electrolyte and Blood Gas, in Tietz Fundamental of Clinical Chemistry, Fifth Edition, W.B. Saunders Company, Philadelphia 2001, p 494-517.
26. Williams, W.J., Beutler, E., Ersley, A.J., and Rundles, R.W. 1977. Hematology. 2nd ed. McGraw-Hill Co.
27. Wrenn K. The delta (delta) gap: An approach to mixed acidbase disorders. *Ann Emerg Med* 1990;19:1310-3.
28. Williams AJ. ABC of oxygen: assessing and interpreting arterial blood gases and acid-base balance. *BMJ* 1998;317:1213- 6.
29. Wroodruff, D.,2011, 6 easy step to ABG Analysis, Ed4Nurses, Inc, 1997-2011.