

**UJI ANALISIS ALAT UKUR *NON-INVASIVE* REAL TIME
KADAR KOLESTEROL DARAH
ANALYSIS TEST OF *NON-INVASIVE* REAL TIME
CHOLESTEROL LEVELS DEVICES**

^{1*}Eka Yulia Fitri, ²Karina Maisoha

^{1,2}Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang

*Email: ekayulia_01@unsri.ac.id

Abstrak

Kolesterol adalah salah satu komponen dalam lemak. Kadar kolesterol di dalam darah merupakan salah satu indikasi bagi kesehatan tubuh. Endapan kolesterol di dalam pembuluh darah dapat mengakibatkan terjadinya penyempitan pada pembuluh darah yang merupakan salah satu penyebab dari penyakit kardiovaskuler. Penyakit kardiovaskular akibat aterosklerosis dinding pembuluh darah dan trombosis merupakan penyebab utama kematian di dunia. Umumnya, pengukuran kadar kolesterol darah dilakukan melalui prosedur *invasive* dengan cara mengambil sampel darah dari tubuh. Meskipun lebih akurat, prosedur *invasive* cukup menyakitkan dan dapat menyebabkan fobia bagi beberapa orang. Pengembangan teknologi alat pengukur kadar kolesterol darah secara *non-invasive* dapat menjadi alternatif dari permasalahan tersebut. Penelitian ini merupakan uji analisis ekperimental dari *prototype* alat ukur kadar kolesterol darah secara *non-invasive* yang dikembangkan oleh Maisoha (2019). Perangkat ini dirancang untuk dapat mendeteksi kadar kolesterol dalam darah melalui penggunaan cahaya infra merah dan pengukuran dilakukan secara *real time*. Hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan bahwa akurasi kerja alat sensor dalam waktu deteksi 30 detik adalah sebesar 82,28%. Hasil uji banding menggunakan uji *Mann Whitney* antara perangkat pengukur *real time non-invasive* dengan alat *invasive* didapatkan nilai signifikansi 0,082. Tidak ada perbedaan nilai antara kadar kolesterol darah yang diukur dengan menggunakan alat *invasive* dan perangkat pengukur *real time non-invasive*.

Kata kunci: Darah, kolesterol, *non-invasive*, *prototype*, penyakit kardiovaskular

Abstract

Cholesterol is one component of fat. Cholesterol levels in the blood are an indication for physical health. Depletion of cholesterol in blood vessels can cause narrowing of blood vessels which is one of the causes of cardiovascular disease. Cardiovascular disease due to atherosclerosis of blood vessel walls and thrombosis are the main causes of death in the world. Generally, measurements of blood cholesterol levels are carried out through invasive procedures by taking blood samples from the body. Although it is more accurate, the invasive procedure is quite painful and can cause phobias for some people. The development of technology to measure blood cholesterol levels in a non-invasive way can be an alternative to these problems. This research was conducted as experimental design to analyse a prototype measuring for blood cholesterol levels in a non-invasive procedure conducted by Maisoha (2019). This device was designed to be able to detect cholesterol levels in the blood through the use of infrared light and measurements are made in real time. The results of experiments showed that the accuracy of the sensor work within 30 seconds of detection was 82.28%. The results of the comparative test using the Mann Whitney test between non-invasive real time measuring devices and invasive instruments obtained a significance value of 0.082. There was no difference in value between blood cholesterol levels measured using an invasive device and a non-invasive real time measuring device.

Keywords: Blood, cholesterol, *non-invasive*, *prototype*, cardiovascular disease

PENDAHULUAN

Kolesterol merupakan zat lemak yang ditemukan pada sel tubuh manusia.¹

Kolesterol memiliki susunan dari banyak zat, termasuk kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*), kolesterol HDL (*High Density Lipoprotein*), dan trigliserida.² Kolesterol

LDL berfungsi sebagai transpor kolesterol ke semua sel tubuh termasuk dinding pembuluh darah.³ Kolesterol HDL berfungsi membawa ester kolesterol kembali ke hati dari jaringan dan lipoprotein lain.⁴ Trigliserida adalah lemak tubuh yang didalam darah disusun menjadi bentuk lipoprotein.⁵ Hiperkolesterolemia dengan kadar kolesterol melebihi normal (≥ 240 mg/dl) memiliki resiko penyakit kardiovaskuler yang berdampak tekanan pada pembuluh darah meningkat akibat sumbatan pembuluh darah perifer, terbentuknya plak di pembuluh darah arteri dan pengerasan dinding pembuluh darah (aterosklerosis).^{6,7,8,9}

Penyakit kardiovaskular akibat aterosklerosis dinding pembuluh darah dan trombosis merupakan penyebab utama kematian di dunia. Entitas klinis utama dari penyakit tersebut adalah penyakit jantung koroner (PJK), stroke iskemik, dan penyakit arteri perifer. Data pada *World Health Statistic 2008* menunjukkan bahwa 17,1 juta orang meninggal dunia akibat penyakit jantung koroner dan diperkirakan akan mengalami peningkatan terus hingga 2030 menjadi 23,4 juta kematian di dunia.¹⁰ Data Riskesdas 2013 menunjukkan prevalensi penyakit jantung koroner di Indonesia sebesar 1.5 % dimana jumlahnya meningkat seiring dengan bertambahnya umur.¹¹

Salah satu penyebab utama dari penyakit kardiovaskular adalah kadar kolesterol dalam darah yang tinggi. Kadar kolesterol di dalam darah yang berlebihan merupakan suatu hal yang tidak baik untuk kesehatan, terutama kadar *Low Density Lipoprotein-LDL*.¹⁰ Terdapat bukti yang kuat hubungan antara kolesterol LDL dengan kejadian kardiovaskular berdasarkan studi luaran klinis. Peningkatan kolesterol plasma terutama LDL berperan dalam terjadinya ateroskeloris. Kolesterol HDL dapat memprediksi kejadian kardiovaskular bahkan pada pasien yang telah diterapi dengan statin.¹²

Penyakit kardiovaskular merupakan produk dari sejumlah faktor risiko sehingga pencegahannya perlu mempertimbangkan risiko kardiovaskular total. Dengan mengetahui tingkat risiko, diharapkan dapat dilakukan pencegahan terhadap perburukan risiko di masa datang, meningkatkan kesadaran bahaya risiko kardiovaskular, dan melakukan usaha promosi pencegahan primer.¹² Salah satu cara meningkatkan pencegahan primer adalah dengan melakukan pengukuran kolesterol secara rutin.

Metode pengukuran kadar kolesterol darah diantaranya adalah metode *Liebermann Burchard*, metode *Iron Salt Acid*, metode *Elektroda-Based Biosensed*, metode *CHOD-PAP*.¹³ Umumnya, pemeriksaan kadar kolesterol darah dilakukan dengan pengukuran kadar kolesterol darah dilakukan secara *invasive* dengan menggunakan *test strip* alat *check* darah *portable easy touch*.¹⁴ Darah yang diambil dari tubuh diletakkan pada strip lalu selanjutnya alat akan mengukur kadar kolesterol dalam beberapa menit dan hasil pengukuran akan terlihat pada layar alat pengukur.¹⁵

Meskipun lebih akurat, pengukuran kadar kolesterol darah secara *invasive* dapat memiliki beberapa kekurangan, diantaranya biaya pengecekan yang terbilang cukup mahal, hasil dari analisa laboratorium membutuhkan waktu yang cukup lama, dapat menimbulkan nyeri pada bagian tubuh yang ditusuk jarum untuk mengambil sampel darah, dan dapat menimbulkan ketakutan (fobia) bagi beberapa orang.^{10,16}

Saat ini, pengukuran kadar kolesterol darah dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi serapan sinar/laser terhadap media cair. Konsentrasi cairan (darah) akan mempengaruhi perubahan kelistrikan medium yang dapat dimanfaatkan untuk membedakan kandungan unsur atau kandungan kimia tertentu dalam darah. Beberapa penelitian pun telah menggunakan serapan *near infra red* (NIR) untuk

mengembangkan perangkat deteksi gula darah maupun kolesterol.¹⁰ Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka sangat mungkin untuk merealisasikan alat yang bersifat *portable* sehingga dapat mendukung bidang laboratorium pelayanan kesehatan medis yaitu pembuatan alat ukur kadar kolesterol darah.

Alat pengukur kadar kolesterol darah yang telah dikembangkan diantaranya berupa alat yang dibuat berupa alat pengukur kadar kolesterol dalam darah *non-invasive* menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dengan akurasi mendekati 97% namun dari hasil pengujian secara keseluruhan keluaran tegangan sensor dengan nilai kolesterol yang terukur riil masih belum konstan.¹⁰ Selain itu, penelitian menunjukkan hasil pemodelan yang memungkinkan untuk membedakan kadar kolesterol total dalam darah manusia mulai dari 1 hingga 9 mmol/L dengan teknik impedansi.¹⁷

Meskipun penelitian mengenai alat pemeriksaan kadar kolesterol darah *non-invasive* sebelumnya telah banyak dilakukan, namun hasil yang terukur belum dapat menunjukkan secara *real time*. Hasil yang ditampilkan dari pemeriksaan kolesterol dengan alat dapat berubah-ubah dan belum diketahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk menentukan kadar kolesterol darah secara akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perangkat *portable* berupa alat pengukur kadar kolesterol dalam darah tanpa harus melukai pasien (*non-invasive*) menggunakan NIR yang dapat dibaca hasil pengukurannya secara *real time* dalam waktu 30 detik.

METODE

Desain penelitian ini adalah *Research and development*, meliputi rancang bangun perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat yang digunakan pada penelitian ini merupakan *prototype* pengukur kadar kolesterol darah yang dikembangkan oleh Maisohadengan

melakukan uji waktu deteksi kadar kolesterol dalam darah dalam batas ambang 30 detik. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli 2019. Probandus pada penelitian ini adalah civitas akademika Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya yang berjumlah 50 orang. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah berusia 20-60 tahun, dan bersedia mengikuti menjadi responden. Tahap kerja dimulai dengan melakukan pemeriksaan kadar kolesterol darah menggunakan *prototype* alat pemeriksaan kadar kolesterol darah *non-invasive* menggunakan sensor saturasi oksigen buatan *Nellcor*. Sensor/transduser yang digunakan harus bersifat *non-invasive* yaitu tidak melukai bagian tubuh manusia maka cara yang digunakan adalah menempelkan sensor/transduser ke permukaan kulit. Hasil akurasi kerja dapat diketahui dengan melakukan pengujian sebanyak 50 kali tiap kategori. Pengujian pertama, yaitu memeriksa kadar kolesterol darah dengan menggunakan metode *CHOD-PAP* dengan menggunakan alat *check* darah *portable easy touch*. Pengujian selanjutnya dengan perangkat pemeriksaan kadar kolesterol darah *non-invasive* yang dikembangkan oleh Maisoha yang ditempelkan pada jari. Pengujian alat *non-invasive* dilakukan selama 30 detik dalam menentukan hasil baca kadar kolesterol. Analisis menggunakan uji *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan hasil baca kadar kolesterol darah antara alat *invasive* dan *non-invasive*.

HASIL

Rangkaian *prototype* alat pengukur kadar kolesterol darah yang dikembangkan oleh Maisoha terdiri dari komponen perangkat keras (*hardware*) berupa Mikrokontroler ATmega 328p Arduino Uno, sensor *nellcor*, catu daya 5V, penguat dari IC LM358, ADC 10 bit, LCD (*Liquid Crystal Display*), LED (*Light Emitting Diode*) hijau, kuning dan merah, baterai dan *jumper*. Komponen perangkat lunak (*software*) berupa rancangan dan program kerja alat dengan

output proses mikrokontroller kadar kolesterol darah < 200 mg/dl lampu LED hijau menyala, kadar kolesterol 200-240 mg/dl lampu LED kuning menyala, dan kadar kolesterol > 240 mg/dl lampu LED merah menyala.¹⁸ Pengujian alat dilakukan dalam waktu 30 detik untuk menentukan hasil baca kadar kolesterol darah responden.

Pengambilan sampel dilakukan pada seseorang dengan rentang usia 20-60 tahun sebanyak 50 responden. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara yaitu: (1) dengan mengambil sampel darah dari responden untuk diukur kadar kolesterol darahnya dengan menggunakan alat ukur *invasive* (*portable easy touch*); dan (2) dengan menempelkan jari responden ke alat ukur *non-invasive* (*prototype* alat pengukur kadar kolesterol yang dikembangkan oleh Maisoha) untuk diukur kadar kolesterol darahnya dalam waktu 30 detik.

Tabel 1 menunjukkan perbedaan hasil ukur kadar kolesterol darah antara *prototype* oleh Maisoha dengan alat sensor *easy touch*. Didapatkan nilai *error* terbesar 97,47% dan *error* terkecil 0%, dimana rata-rata *error* dari pengujian alat sensor sebanyak 50 responden adalah 17,72%. Berdasarkan perhitungan rumus akurasi Jones¹⁹, didapatkan nilai akurasinya sebesar 82,28%.

Hasil analisis uji normalitas kadar kolesterol darah didapatkan nilai *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan alat *invasive* 0,200 (*pvalue* > 0,05) dan menggunakan alat *non-invasive* 0,025 (*pvalue* < 0,05). Berdasarkan uji statistik hasil analisis data menunjukkan tidak berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji analisis data menggunakan *Mann Whitney* untuk mengetahui perbedaan kadar kolesterol darah yang diukur menggunakan alat *invasive* dan alat *non-invasive*.

Tabel 1. Perbedaan Hasil Ukur Kadar Kolesterol Darah antara Alat *Invasive* dan *Non Invasive* (n= 50)

Responden	Jenis Kelamin	Hasil Kolesterol (mg/dl)		Error (%)
		<i>Invasive</i>	<i>Non-Invasive</i>	
1	P	208	213	2,40
2	L	211	214	1,42
3	L	203	204	0,49
4	L	185	186	0,54
5	P	232	236	1,72
6	P	116	118	1,72
7	L	259	262	1,15
8	P	148	150	1,35
9	L	192	197	2,60
10	P	169	174	2,96
11	L	164	224	36,58
12	L	200	204	2,00
13	P	153	157	2,61
14	P	156	159	1,92
15	P	123	157	27,66
16	L	132	220	66,66
17	P	172	183	6,39
18	P	161	180	11,80
19	L	192	240	25,00
20	L	234	303	29,48
21	L	246	320	30,08
22	P	224	312	39,28
23	P	163	161	1,22
24	P	123	103	16,26
25	P	172	178	3,48
26	P	170	177	4,11
27	P	177	167	5,64
28	P	157	152	3,18
29	L	119	235	97,47
30	L	208	335	61,05
31	P	137	153	11,67
32	P	147	178	21,08
33	L	203	339	66,99
34	L	182	212	16,48
35	P	124	148	19,35
36	P	199	178	10,55
37	P	251	173	31,07
38	L	184	203	10,32
39	L	141	213	51,06
40	P	120	164	36,66
41	P	161	161	0
42	P	167	160	4,19
43	P	217	193	11,05
44	P	235	178	24,25
45	P	163	173	6,13
46	L	186	220	18,27
47	P	173	157	9,24
48	P	192	201	4,68
49	P	215	245	13,95
50	L	232	304	31,03
Rata-rata Error(%)				17,72

*Akurasi: 100% - 17,72% = 82,28%

*L= Laki-laki; P= Perempuan

Tabel 2. Hasil Uji *Mann Whitney* Perbedaan Hasil Ukur Kadar Kolesterol Darah antara Alat *Invasive* dan *Non Invasive* (n = 50)

Alat	Mean	Mann-Whitney U	Z	pvalue
<i>Invasive</i>	179,9			
<i>Non invasive</i>	201,4	997,500	-1,741	0,082

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai signifikansi sebesar 0,082 ($p\ value > 0,05$), maka sebagaimana dalam pengambilan keputusan dalam uji *Mann-Whitney* berpasangan yang berarti tidak terdapat perbedaan antara hasil pengukuran kadar kolesterol darah menggunakan alat *invasive* dan alat *non-invasive*. Sehingga hipotesis dalam penelitian ini (H_0) diterima yaitu hasil pengukuran kadar kolesterol teknik *non-invasive* sesuai dengan teknik *invasive*.

PEMBAHASAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini diciptakan oleh Maisoha dan dilakukan uji waktu deteksi kadar kolesterol darah selama 30 detik. Berikut gambaran alat pemeriksaan kadar kolesterol darah *non-invasive* (gambar 1).



Gambar 1. *Prototype* Alat Ukur Kadar Kolesterol Darah oleh Maisoha¹⁸

Prototype ini menggunakan prinsip kerja sensor *Nellcor* yang menggunakan *Light Emitting Diode* (LED) infra merah dan fotodioda. Alat sensor dipasang pada ujung jari telunjuk. Hasil keluaran kadar kolesterol darah ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) bersamaan dengan lampu LED yang menyala sesuai dengan kadar kolesterol darah. Tampilan hasil pada layar

LCD berupa nilai kadar kolesterol darah beserta satuannya. Kadar kolesterol yang ditampilkan oleh alat sensor menggunakan rancangan pulse oksimeter buatan *Nellcor*.¹⁸ Cara kerja sensor *nellcor* diposisikan sehingga fotodetektor dan dioda saling berhadapan dengan lapisan jaringan berada diantaranya.²⁰

Alat sensor yang digunakan akan langsung menampilkan kadar kolesterol pada LCD setelah jari tangan diletakkan pada sensor *Nellcor*, namun hasil yang ditampilkan masih belum konstan. Dibutuhkan rentang waktu >10 detik dan <30 detik sampai sensor mencapai nilai konstan. Hal ini didukung oleh penelitian Rochayati (2014) yang menyatakan bahwa hasil pengukuran *Nellcor* pada layar monitor dapat mencapai nilai yang konstan biasanya membutuhkan waktu 10-30 detik.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar kolesterol darah dalam waktu 30 detik untuk menentukan hasil kadar kolesterol darah pada responden. Rata-rata *error* dari pengujian alat sensor dari 50 responden adalah 17,72%. Dengan nilai akurasi alat sensor dalam waktu deteksi 30 detik adalah 82,28%.

Sensor infra merah memiliki waktu yang lebih cepat mendeteksi kadar kolesterol darah dibandingkan dengan menggunakan alat ukur *invasive* berupa *test strip* alat *check* darah *portable easy touch*. Berdasarkan setelan pabrik alat *portable easy touch* GCU hasil kadar gula darah akan muncul pada layar dalam 10 detik, asam urat 20 detik dan kolesterol 150 detik. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan waktu yang diperlukan alat *non-invasive* 5 kali lebih efisien daripada alat *invasive* untuk mendeteksi kadar kolesterol darah.

Hasil uji statistik dari 50 responden pada pengukuran kadar kolesterol darah dengan menggunakan alat *invasive* dan *non-invasive* menunjukkan nilai signifikansi 0,082 ($p\ value > 0,05$), yang berarti tidak

terdapat perbedaan antara hasil baca pemeriksaan kadar kolesterol darah menggunakan alat *invasive* dan alat *non-invasive*. Penyimpangan kesalahan yang kecil menunjukkan tidak ada perbedaan hasil pemeriksaan kadar kolesterol darah antara kedua alat berdasarkan uji statistik. Hasil keluaran kadar kolesterol darah yang menunjukkan tidak ada perbedaan antara kedua alat yang berarti alat sensor yang digunakan dalam waktu deteksi 30 detik berhasil.

Pengukuran kadar kolesterol darah dengan menggunakan teknik *invasive* memiliki beberapa kerugian diantaranya biaya pemeriksaan yang cukup mahal, waktu pemeriksaan yang relatif lebih lama dan pengambilan sampel darah vena secara *invasive* menyebabkan masyarakat mengabaikan pentingnya pemeriksaan kadar kolesterol sebagai langkah awal untuk mendeteksi gangguan metabolisme lemak.²¹

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan ide timbulnya metode yang lebih praktis dalam mengukur kadar kolesterol darah dengan teknik *non-invasive* yang memungkinkan cara pemakaian alat pemeriksaan yang lebih mudah dengan waktu yang cepat, masyarakat dapat melakukan pemeriksaan secara mandiri, dan tidak menyebabkan fobia akibat penusukan pada bagian tubuh.

Penggunaan alat *non-invasive* untuk mengukur kadar kolesterol darah memiliki kelebihan dari alat *invasive*. Alat sensor dapat memeriksa kadar kolesterol darah dengan hanya diletakkan pada ujung jari tanpa menusuk bagian tubuh, sedangkan alat *invasive* harus menusuk ujung jari untuk mengambil sampel darah kapiler untuk diukur kadar kolesterolnya. Pemeriksaan kadar kolesterol dengan *non-invasive* lebih ekonomis dibandingkan dengan alat *invasive* bagi penderita Hiperkolesterolemia yang membutuhkan pemantauan kadar kolesterol darah secara rutin. Alat sensor pada perangkat *non-invasive* hanya membutuhkan waktu 30 detik, 5 kali lebih cepat

mendeteksi kadar kolesterol darah dibandingkan alat *invasive* berupa *easy touch*. Penggunaan alat *non-invasive* menjadi lebih aman, nyaman, ekonomis dan efisien daripada alat *invasive*.

KESIMPULAN

Tingkat akurasi alat *non invasive* dalam waktu sebesar 82,28%. Nilai *error* 17,72% dengan waktu 30 detik dalam mendeteksi kadar kolesterol darah lebih efisien 5x dibanding alat *invasive*. Analisis statistik dengan menggunakan uji *Mann Whitney* didapatkan nilai signifikansi 0,082 (*p value* > 0,05), yang berarti tidak terdapat perbedaan antara hasil pengukuran kadar kolesterol antara kedua alat. Sehingga disimpulkan bahwa H_0 diterima yaitu hasil pengukuran kadar kolesterol teknik *non invasivesesuai* dengan teknik *invasive*.

REFERENSI

1. Bull E, Morrell J. Simple Guides: Kolesterol. Bogor: Penebar Plus; 2007.
2. Diarti MW, Pauzi I, Sabariah SR. Kadar Kolesterol Total pada Peminum Kopi Tradisional di Dusun Sembung Daye Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat. Jurnal Kesehatan Prima. 2016 Februari; 10(1):1626-37.
3. Tan HT, Rahardja K. Obat-obat Sederhana untuk Gangguan Sehari-hari. Jakarta: PT Elex Media Komputindo; 2010.
4. Davey P. Medicine at a Glance. Jakarta: Erlangga; 2006.
5. Nilawati S. Care Yourself Kolesterol. Jakarta: Penebar Plus; 2008.
6. Fatimah S, Kartini A. Senam Aerobik dan Konsumsi Zat Gizi serta Pengaruhnya terhadap Kadar Kolesterol Total Darah Wanita. Jurnal Gizi Klinik Indonesia. 2011 Juli;8(1):23-7.
7. Sandi C, Suryono, Ramawati D. Perbedaan Kadar Kolesterol Darah pada Pekerja Kantoran dan Pekerja Kasar di Desa Majasari, Buka Teja Kabupaten Purbalingga. Jurnal Keperawatan Soerdirman. 2008 Nov;3(3):131-7.

Seminar Nasional Keperawatan “Pemenuhan Kebutuhan Dasar dalam Perawatan Paliatif pada Era Normal Baru” Tahun 2020

8. Soleha M. Kadar Kolesterol Tinggi dan Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Kadar Kolesterol Darah. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 2012 Sep 30;1(2):85-92.
9. Waluyo S. 1000 Q & A. Jakarta: PT Elex Media Komputindo; 2009.
10. Marhaendrajaya I, Hidayanto E, Arifin Z, Sutanto H. Desain dan Realisasi Alat Pengukur Kandungan Kolesterol dalam Darah Non-invasive. *Youngster Physics Journal*. 2017 Jul;6(3):290-5.
11. PERKENI. Panduan Pengelolaan Dislipidemia di Indonesia tahun 2015. PB PERKENI; 2015.
12. PERKI. Pedoman Tatalaksana Dislipidemia. Edisi ke-1. Centra Communications; 2013.
13. Setyaningrum IS, Andri S, Budi S. Perbedaan Waktu Pembendungan terhadap Kadar Kolesterol [tesis]. Semarang: Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah; 2017.
14. Kusuma BI, Romadhon BD, Chasya SA, Nurqistan HD, Mata LPS. Pemanfaatan Indole-3-Carbinol sebagai Inhibitor Flavin Monooxygenase 3 (FMO3) dalam Upaya Pencegahan Aterosklerosis. *Jurnal Kardiologi Indonesia*. 2015; 6(4):196-201.
15. Margarita Y, Princen, Andi, Rumawas ME, Kidarsa VB, Sutrisna B. Kadar Kolesterol Total dan Tekanan Darah Orang Dewasa Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2013 Sep;8(2):79-84.
16. Handayatun NN, Kurnianti R, Fitria KT. Pengaruh Jenis Kelamin, Kelompok Umur, Lokasi Penyuntikan dan Jenis Alat Suntik terhadap Ketakutan Anak pada Jarum Suntik (Tinjauan pada Anak Sekolah Dasar di Kota Jambi). *Jurnal Poltekkes Jambi*. 2013 Nov 8;8:76-86.
17. Aristovich E. Non-invasive Measurement of Cholesterol in Human Blood by Impedance Technique: an Investigation by Finite Element Field Modelling [doctoral thesis]. London: City University; 2014.
18. Maisoha K. Pengembangan Prototype Alat Pemeriksaan Kadar Kolesterol Darah Non Invasive [skripsi]. Palembang: Universitas Sriwijaya; 2019.
19. Anjarsari L, Surtono A, Supriyanto A. Desain dan Realisasi Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Berdasarkan Hukum Archimedes menggunakan Sensor Fotodiode. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 2015 Jul;3(2):123-130.
20. Rochayati I. Akurasi Pulse Oksimetri Fingertip dibandingkan Pulse Oksimetri Generasi Baru dalam Deteksi Dini Penyakit Jantung Bawaan Kritis pada Bayi Baru Lahir: Penelitian Pendahuluan [tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2006.
21. Davis S. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Metode Electrode-Based Biosensor dengan Metode Spektrofotometri [tesis]. Bandung: Universitas Kristen Maranatha; 2013.