

**DESIGN OF A NON – INVASIVE BLOOD SUGAR MEASURING DEVICE BASED
ON ARDUINO UNO**

Winda Wirasa¹⁾, Shifa Okta Aulia^{1)*}, Frisa Yugi Hermawan¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektromedik, Politeknik Kesehatan Jakarta II, Jl.Hang Jebat III/F3

Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12120

*E-mail: shifaoktaaulia@gmail.com

Submitted: 16th August 2021; Accepted: 10th December 2021

<https://doi.org/10.36525/sanitas.2022.3>

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a metabolic disease caused by increased levels of glucose or blood sugar. Currently, the common tool used to measure blood sugar levels is the glucometer, which is the use of the tool by invasive method (injuring the patient's body). The study proposes making a non-invasive blood sugar tool to measure the value of blood sugar in the human body. The working principle of this tool is to place the patient's finger into a sensor probe that contains an infrared circuit as a light source and a bpw34 photodiode sensor as a light receiver. Previously, non-invasive blood sugar tool research has been conducted using Superbright Green LEDs, but there is still a deficiency in the reading of measurement results because the level of accuracy is still not good. Therefore, this study was made to compare non-invasive blood sugar measuring devices using infrared with previous research tools. The test is done 3 times on one sample, then the sensor value readings will be printed using a thermal printer. After testing and recording modules, the average percentage of accuracy in the module was 97,758%. So, it can be concluded that this module can work according to planning but this tool cannot be used as an accurate measuring tool.

Keywords: *Infrared, Photodiode bpw34, Thermal Printer*

This is an open access journal, and articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 License, which allows others to remix, tweak, and build upon the work non-commercially, as long as appropriate credit is given and the new creations are licensed under the identical terms.

©2022 Sanitas

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR GULA DARAH NON-INVASIF BERBASIS ARDUINO UNO

ABSTRAK

Diabetes mellitus merupakan penyakit metabolik yang diakibatkan oleh meningkatnya kadar glukosa atau gula darah. Saat ini alat yang umum digunakan untuk mengukur kadar gula darah adalah glucometer, yang dimana dalam penggunaan alat tersebut dengan metode invasif (melukai tubuh pasien). Penelitian ini mengusulkan pembuatan alat gula darah non-invasif (tanpa melukai tubuh) untuk mengukur nilai gula darah dalam tubuh manusia. Prinsip kerja alat ini ialah meletakkan jari pasien ke probe sensor yang berisikan rangkaian infrared sebagai sumber cahaya dan sensor fotodiodaera bpw34 sebagai penerima cahaya. Sebelumnya sudah dilakukan penelitian alat gula darah non-invasif menggunakan LED Hijau *Superbright*, tetapi masih terdapat kekurangan dalam pembacaan hasil pengukuran dikarenakan tingkat keakurasian masih kurang baik. Oleh karena itu dalam penelitian ini dibuat untuk membandingkan alat pengukur gula darah *non – invasive* menggunakan infrared dengan alat penelitian sebelumnya. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pada satu sampel, lalu hasil pembacaan nilai sensor akan dicetak menggunakan printer thermal. Setelah melakukan pengujian dan pendataan modul, maka didapatkan persentase rata – rata keakurasian pada modul sebesar 97,758%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan tetapi alat ini belum dapat digunakan sebagai alat ukur yang akurat.

Kata Kunci: *Inframerah, fotodioda bpw34, Printer Termal*

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) didefinisikan sebagai suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis dengan multi etiologi yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah disertai dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein sebagai akibat kurangnya fungsi insulin(1). Data dari Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menunjukkan bahwa pada tahun 2013, sekitar 6,9% penduduk Indonesia dianggap mengalami diabetes dan melonjak pesat ke angka 8,5% di tahun 2018(2).

Apabila penyakit diabetes tidak dikelola dengan baik, maka dapat menyebabkan terjadinya berbagai komplikasi, seperti penyakit jantung koroner, *stroke*, obesitas, serta gangguan pada mata, ginjal, dan saraf. Menurut penelitian mengatakan bahwa pengaruh konsultasi terhadap kadar gula darah sebelum dan sesudah konsultasi pada pasien DM didapatkan hasil ada pengaruh yang bermakna antara konsultasi gizi terhadap gula darah DM(3). Selain konsultasi pada dokter, pemeriksaan kadar glukosa darah dapat dilakukan secara mandiri menggunakan alat ukur gula darah.

Glucometer adalah alat yang saat ini banyak digunakan untuk mengukur gula darah dengan menggunakan sensor kimia serta enzim *glucose oxidase* sebagai bahan aktifnya(4).

Alat ini memiliki prinsip kerja dengan cara memasukan strip kedalam alat, dimana strip tersebut telah dilapisi dengan beberapa bahan kimia khusus, tetapi dalam penggunaan alat tersebut masih banyak pasien yang takut terhadap jarum suntik untuk pengambilan sampel.

Peneliti dari Jerman telah menemukan alat pengukur kadar gula darah terbaru menggunakan cahaya, sehingga diabetes tak perlu lagi tertusuk jarum setiap kali akan memeriksa kadar gula darah. Dilaporkan dalam jurnal *Review of Scientific Instruments*, alat ini memanfaatkan penggunaan sinar laser inframerah dan dapat mengukur kadar gula darah pada orang dengan diabetes tipe 1 dan 2(5).

Sebelumnya, tahun 2014 telah dilakukan perancangan alat ukur kadar gula darah oleh Zahra Khairunnisa, pada penelitian tersebut fotodioda terbukti lebih efektif daripada menggunakan fotoresistor karena penyerapan cahaya lebih besar(6). Selanjutnya tahun 2020, Faris Al Hakim membuat alat gula darah *non-invasive* dengan menggunakan LED hijau *superbright* sebagai *transmitter* dan sensor fotodioda sebagai *receiver*(7). Prinsip kerja dari alat tersebut melewati cahaya dari LED hijau *superbright* menembus kulit dan pembuluh darah manusia kemudian akan diterima oleh fotodioda lalu akan dikonversi nilainya menjadi kadar gula darah. Namun penggunaan LED hijau belum dapat menghasilkan data yang akurat karena panjang gelombang yang dimiliki sebesar 570nm, sedangkan untuk menembus kulit dan pembuluh darah manusia diperlukan intensitas cahaya yang memiliki panjang gelombang yang lebih tinggi untuk menghasilkan data yang lebih akurat.

Cahaya inframerah merupakan jenis sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang 750nm sampai 10000nm dengan bilangan gelombang antara 14000 cm^{-1} sampai 20 cm^{-1} , sehingga memiliki intensitas cahaya lebih tinggi dan memiliki daya serap lebih baik(8). Para ahli kimia telah memetakan ribuan spektrum inframerah dan menentukan panjang gelombang absorpsi dari tiap gugus fungsi dimana vibrasi suatu gugus fungsi spesifik pada bilangan gelombang tertentu, jika suatu spektrum senyawa X menunjukkan pita absorpsi pada bilangan gelombang tersebut maka dapat disimpulkan bahwa senyawa X tersebut mengandung glukosa(9).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai keakurasian yang lebih baik dengan menggunakan infra merah sebagai sumber cahaya. Alat ukur kadar gula darah ini

menggunakan komponen-komponen utama berupa sensor fotodioda, LED inframerah, mikrokontroler Arduino Uno, rangkaian printer thermal untuk mencetak hasil dari pengukuran gula darah.

METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Data

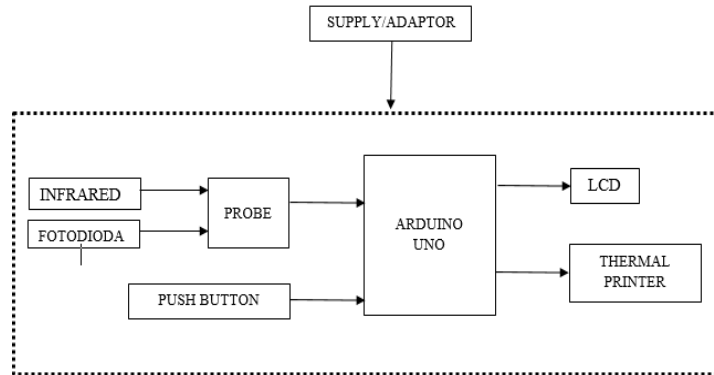
Pada penelitian ini jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 10 orang dengan rata-rata berusia 20 – 40 tahun sebanyak 3 kali pengukuran. Pengukuran gula darah pada seseorang saat sebelum makan. Proses pengambilan data dengan cara memasukkan jari responden ke sensor alat yang berisikan LED inframerah L10660 sebagai sumber cahaya dan fotodioda BPW34 sebagai penerima cahaya, lalu sensor tersebut akan membaca hasil dari pengukuran. Dalam penelitian ini, setelah perencanaan desain perangkat keras dan perangkat lunak selesai, akan dilakukan perbandingan dengan alat penelitian sebelumnya yang menggunakan LED hijau *superbright*. Sebagai perbandingan hasil akhir dalam modul ini, kami membandingkan dengan alat ukur gula darah invasif yaitu Easy Touch GCU (10). Selanjutnya, kami mengukur dan mendata hasil glukosa darah pada manusia.

B. Perancangan dan perangkaian perangkat keras

Dalam perancangan perangkat keras alat, diperlukan blok diagram untuk mengetahui cara kerja dari modul alat yang akan di buat. Adapun blok diagram yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.

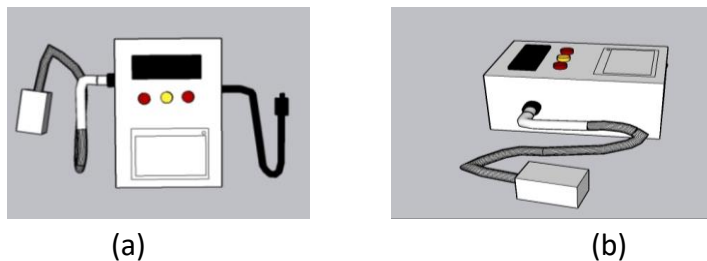
Gambar 1 menunjukkan perencanaan hardware yang diusulkan dalam penelitian ini. Desain sistem terdiri dari rangkaian suplai daya, rangkaian probe yang berisikan LED inframerah dan fotodioda, rangkaian tombol *push button*, rangkaian Arduino Uno, rangkaian LCD dan rangkaian printer termal. Cara kerja blok diagram ini adalah ketika tombol ON/OFF ditekan, sumber daya utama adaptor akan memberikan tegangan suplai VDC sebesar 9 Volt untuk seluruh komponen. LED inframerah dan fotodioda disatukan dalam probe sensor, LED inframerah sebagai sumber cahaya, sedangkan fotodioda sebagai penerima cahaya. Probe sensor ditempel atau ditempatkan pada jari tangan (tempat yang akan diukur)

pasien. ketika *push button* ditekan sensor akan melakukan pengukuran. Hasil pengukuran tersebut akan diolah oleh Arduino Uno, lalu hasilnya akan ditampilkan oleh LCD dan hasilnya dapat di cetak menggunakan printer termal.



Gambar 1 Diagram blok alat gula darah non-invasif

Pada perancangan perangkat keras secara mekanik pada alat ukur gula darah secara non-invasif, konstruksi kemasan secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 2(a) dan 2(b).

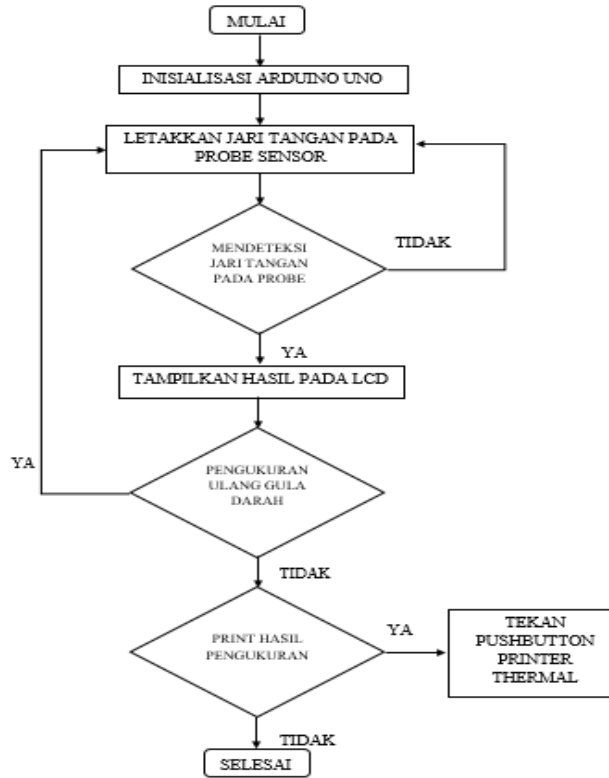


Gambar 2 a) Tampak depan, b) Tampak samping

Gambar 2 menunjukkan pemodelan purwarupa modul yang akan dibuat. Pada gambar 2(a) adalah tampak depan yang terdapat LCD untuk menampilkan hasil pengukuran, tombol *push button* untuk memberikan perintah, dan printer termal untuk mencetak hasil pengukuran, sedangkan pada Gambar 2(b) adalah tampak samping yang menunjukkan probe sensor yang berisikan LED inframerah dan fotodiode.

C. Perancangan dan perangkaian perangkat lunak

Perangkat yang telah terintegrasi, diberikan suatu program guna memfungsikan kinerja komponen tersebut yang mengacu pada diagram alur pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alur

Program Arduino Uno yang dirancang pada diagram alur seperti yang muncul pada Gambar 3. Program ini akan menganalisis apakah ada jari yang ditempatkan pada sensor atau tidak, jika ada jari yang ditempatkan pada sensor, program akan membaca dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD, lalu hasil dari pengukuran tersebut dapat dicetak menggunakan printer termal.

D. Pengujian dan Kalibrasi data

Setelah data didapat, data dihitung sesuai dengan rumus akurasi pengukuran untuk menentukan tingkat akurasi nilai yang terukur. Selanjutnya hasil analisa akan disajikan dalam bentuk tabel. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui nilai kesalahan/galat dan keakurasian alat yang dirancang pada penelitian ini. Nilai kesalahan dan keakurasian dapat dihitung berdasarkan persamaan i dan ii(11).

$$Galat(\%) = \left(\left[\frac{Error}{N} \right] \right) \times 100\% \dots\dots\dots (i)$$

Keterangan:

Galat = selisih data pengukuran dari modul dan alat Easy Touch

N = rata – rata pengukuran kadar gula darah alat Easy Touch

$$Akurasi = \left(1 - \left[\frac{X-N}{N} \right] \right) \times 100 \dots\dots\dots (ii)$$

Keterangan:

P = data pengukuran kadar gula darah pada modul

N = data pengukuran kadar gula darah alat Easy Touch

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini mencakup desain modul gula darah non-invasif, perbandingan pengukuran glukosa darah pada alat gula darah non–invasif yang menggunakan LED inframerah dengan menggunakan LED hijau *superbright*, dan melakukan kalibrasi menggunakan alat pengukur gula darah invasif Easy Touch GCU. Hasilnya menunjukkan terdapat perbedaan dalam pengukuran nilai keakurasian.

A. Pembuatan Modul

Perangkat keras mekanik dibuat sebagai sebuah purwarupa dalam kemasan. Kemasan mekanik yang digunakan berbentuk kotak dan terbuat dari plastik dengan ukuran panjang 18 cm, lebar 11 cm dan tinggi 6 cm. Bentuk alat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil akhir pembuatan perangkat keras

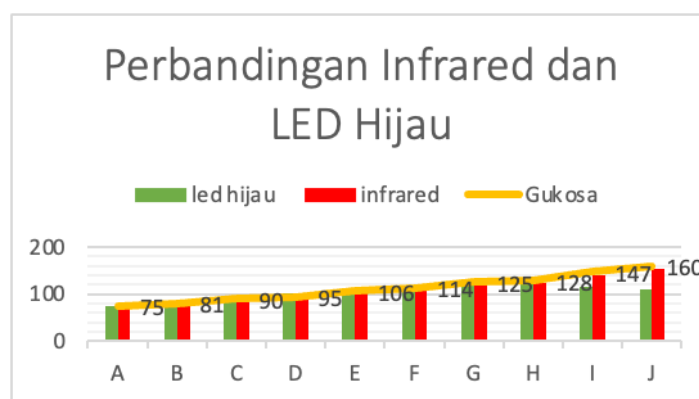
B. Pengujian Alat

Terdiri dari 5 subjek yang berusia 20 – 40 tahun. Subjek tersebut akan diukur gula darah pada saat sebelum makan, pengukuran pertama akan dilakukan

sebanyak 3 kali dengan modul alat yang menggunakan LED inframerah lalu pengukuran gula darah menggunakan LED hijau *superbright* sebanyak 3 kali. Hasil pengujian alat gula darah non-invasif menggunakan LED infra merah dan menggunakan LED hijau *superbright* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel perbandingan LED inframerah dan LED hijau *superbright*

Data	Glukosa	LED Infra merah	Rata – rata	LED Hijau	Rata – rata
A	75	73	74,33	74	73,67
		76		73	
		74		74	
B	81	84	84	82	81,33
		86		81	
		82		81	
C	90	90	91,67	91	92
		91		92	
		94		93	
D	95	93	94,67	101	102,67
		92		103	
		99		104	
E	106	101	103	104	105,33
		105		103	
		103		109	



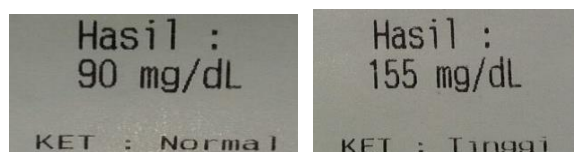
Gambar 5 Grafik perbandingan LED *Infrared* dan LED hijau *superbright*

Berdasarkan hasil dari percobaan yang telah dilakukan dengan naracoba didapatkan 5 sampel data. Dapat disimpulkan bahwa masih terdapat perbedaan grafik antara grafik yang menggunakan LED inframerah dengan LED hijau

superbright menandakan bahwa hasil pengukuran yang menggunakan LED infra merah memiliki keakurasian yang lebih baik dibandingkan menggunakan LED hijau. Hasil dari pembacaan sensor akan ditampilkan melalui LCD dan dapat dicetak menggunakan printer termal, yang dapat kita lihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6 Tampilan pada LCD



Gambar 7 Hasil cetakan pada Printer termal

Menurut IDF, ADA, dan Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (Perkeni) telah sepakat bahwa apabila kadar gula darah pada saat puasa di atas 7,0 mmol/dl (126 mg/dl) maka seseorang diagnosis mengalami DM(12). Dari data tersebut didapatkan, bahwa nilai gula darah normal seseorang pada saat puasa yaitu sebesar 70 – 100 mg/dL, >100 mg/dL adalah nilai tinggi, dan < 70 mg/dL adalah nilai rendah.

C. Kalibrasi alat

Untuk mengevaluasi kinerja alat maka hasil pengukuran alat harus dibandingkan dengan alat gula darah invasif (Easy Touch GCU) agar didapat persentase kesalahan alat. Terdiri dari 10 subjek yang akan diukur gula darah pada saat sebelum makan, pengukuran dengan menggunakan modul sebanyak 3 kali lalu dibandingkan dengan pengukuran menggunakan Easy Touch GCU sebanyak 3 kali. Dari data tersebut, kami menghitung nilai kesalahan (galat) pada modul. Cara menghitung persentase kesalahan/galat alat menggunakan rumus persamaan (i) sebagai berikut:

$$Galat(\%) = \left(\left[\frac{Error}{N} \right] \right) \times 100\%$$

Kemudian, dari seluruh nilai galat tersebut dihitung rata-ratanya. Nilai keakurasian diperoleh dengan menghitung standar deviasi dan rata-rata kadar gula darah alat rancangan, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan dan dirata-ratakan, menggunakan rumus pada persamaan (ii) sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \left(1 - \left[\frac{x-N}{N} \right] \right) \times 100\%$$

Tabel 2 Pengukuran akurasi data pasien menggunakan LED inframerah

Data	Pengukuran Glukosa Meter	Rata-rata	Pengukuran LED Inframerah	Rata-rata	Galat	Galat (%)	Akurasi
A	75	74,67	73	74,33	0,34	0,45	99,54
	74		76				
	75		74				
B	81	80,67	84	84	3,33	4,1	95,87
	81		86				
	80		82				
C	90	90,67	90	91,67	1	1,1	98,89
	92		91				
	90		94				
D	95	95	93	94,67	0,33	0,34	99,65
	95		92				
	95		99				
E	106	106	101	103	3	2,83	97,16
	106		105				
	106		103				
F	114	114,33	115	114	0,33	0,28	99,71
	114		114				
	115		113				
G	125	124,67	125	125	0,22	0,26	99,73
	125		126				
	124		124				
H	128	128	124	123,67	4,33	3,38	96,61
	128		122				
	128		125				
I	147	146,33	139	139	7,33	5	94,99
	147		140				
	145		138				
J	160	160,67	152	153,33	7,34	4,5	95,43
	161		155				
	161		153				

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 2, nilai kesalahan (galat) terbesar bernilai 5% dengan rata-rata nilai akurasi pada alat 97,758%. Sehingga realisasi alat pengukur gula darah ini tidak dapat dijadikan sebagai acuan nilai kadar gula darah sebenarnya. Akan tetapi realisasi alat ini masih bisa menentukan perkiraan kasar tinggi rendahnya suatu kadar gula dalam darah.

SIMPULAN

Pada penelitian membuktikan bahwa penggunaan LED inframerah memiliki tingkat keakurasian lebih baik dalam pengukuran gula darah tetapi belum dapat digunakan sebagai alat ukur yang akurat. Berdasarkan dari tingkat keakurasian dari alat pembanding dan juga modul, maka rata-rata keakurasian dari pengukuran data sebesar 97,758% dengan tingkat persentase kesalahan terbesar yaitu 5%. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan menggunakan infrared dengan intensitas cahaya yang lebih tinggi, sehingga serapan gula darah akan lebih maksimal dan intensitas cahaya yang dapat diterima sensor akan semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Penyakit Diabetes Melitus - Direktorat P2PTM [Internet]. [cited 2021 Dec 24]. Available from: <http://p2ptm.kemkes.go.id/informasi-p2ptm/penyakit-diabetes-melitus>
2. Mansbridge J. Skin substitutes to enhance wound healing. *Expert Opin Investig Drugs*. 1998;7(5):803–9.
3. Pertiwi RT, Yuliantin E, Wahyudi A. THE INFLUENCE OF DIET ON QUALITY NUTRITION COUNSELLING PATIENTS OF DIABETES MELLITUS TYPE II IN POLY DISEASE IN THE RSUD Dr . M . YUNUS BENGKULU YEAR 2018 lebih besar dibandingkan Diabetes merupakan salah satu dari empat prioritas penyakit tidak menular ,. 2018;09:83–92.
4. Glukometer | PDF [Internet]. [cited 2021 Dec 21]. Available from: <https://id.scribd.com/document/409353072/Glukometer>
5. Peneliti Temukan Alat Ukur Gula Darah Gunakan Cahaya dan Tanpa Jarum [Internet]. [cited 2021 Aug 6]. Available from: <https://health.detik.com/berita-detikhealth/d-2398972/peneliti-temukan-alat-ukur-gula-darah-gunakan-cahaya-dan-tanpa-jarum>
6. zahra khoruinnisa institut pertanian bogor. Non-Invasive Berbasis Sensor Fotodioda. 2014;
7. Hakim F Al. Rancang Bangun Blood Glucose Non-Invasive Dengan Wireless

- Interface Smartphone Android. Jur Tek Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II. 2020;70.
8. Reverse P, Tstg T, Pulse C, Peak P. Mid-infrared LED. :1–5.
 9. Dachriyanus. analisis struktur senyawa organik secara spektroskopi. 2004.
 10. Jual Alat Kesehatan & Alat Medis | Distributor Alat Kesehatan | Medicalogy [Internet]. [cited 2021 Dec 24]. Available from: <https://fotodioda.medicalogy.com/>
 11. Firdausi F, Suhariningsih, Saraswati DA. Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non - Invasive. J Fis dan Ter [Internet]. 2014;3(3):88–97. Available from: <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/28412>
 12. Henri. diabetes mellitus. Angew Chemie Int Ed 6(11), 951–952. 2018;