

## Literatur Review Mengenai Rancangan Glukometer Non Ivasive Berbasis Arduino

Try Ridho Ramadhan<sup>1\*</sup>, Aditya Tri Oktaviana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Email: [tryridho.trr@gmail.com](mailto:tryridho.trr@gmail.com)<sup>1\*</sup>

### Abstrak

Diabetes Melitus (DM) merupakan jenis penyakit dengan tingkat permasalahan yang besar, gangguan yang terjadi ketika organ pancreas tidak dapat bekerja secara efektif yang berkaitan dengan hormone insuline. Penderita penyakit ini mayoritas oleh negara-negara berkembang termasuk Indonesia peringkat ke 5 terbesar di dunia dengan jumlah 12,4 juta orang yang disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan alat pengukur gula darah yang efektif dan efisien yaitu dengan metode non-invasive yang dapat membantu penderita untuk dapat mengontrol kadar gula darah tanpa menimbulkan efek negative. Penelitian pengembangan alat ukur darah dilakukan dengan studi literatur review dengan jenis data sekunder yang relevan dengan topik. Maka dikembangkanlah alat pengukur gula darah secara non-invasive tanpa harus melukai tubuh penderita berbasis Arduino uno dan memanfaatkan radiasi elektromagnetik yaitu sinar near infrared melalui sensor photodiode. Sehingga alat tersebut dapat memberikan rasa nyaman dan aman bagi penderita serta alternatif untuk melakukan pengukuran kadar gula darah secara pribadi.

**Kata Kunci:** *arduino, glukometer, non ivasive, literatur review.*

### Abstract

Diabetes Mellitus (DM) is a type of disease with a high level of problems, a disorder that occurs when the pancreas organ cannot work effectively related to the hormone insulin. The majority of sufferers of this disease are developing countries, including Indonesia, which ranks 5th in the world with a total of 12.4 million people, which is caused by an unhealthy lifestyle. To overcome this problem, an effective and efficient blood sugar meter is needed, namely a non-invasive method that can help sufferers to be able to control blood sugar levels without causing negative effects. Research on the development of blood measuring instruments was carried out by means of a literature review study with secondary data types relevant to the topic. So a non-invasive blood sugar meter was developed without having to injure the patient's body based on Arduino Uno and utilizing electromagnetic radiation, namely near infrared light through a photodiode sensor. So that the tool can provide a sense of comfort and safety for sufferers as well as an alternative to measuring blood sugar levels personally.

**Keywords:** *arduino, glucometer, non ivasive, literature review.*

### PENDAHULUAN

Salah satu jenis penyakit yang memiliki tingkat permasalahan yang besar diantaranya yaitu diabetes melitus (Santoso et al., 2018). Diabetes melitus terjadi ketika organ tubuh pancreas tidak dapat bekerja secara efektif akibat kurangnya produksi insulin atau tidak dapat menggunakannya, sehingga kadar glukosa pada darah berlebih. Insuline berfungsi sebagai pengelola kadar gula pada darah yang diubah sebagai energi. Karbohidrat yang dikonsumsi dalam sehari-hari akan dicerna menjadi glukosa, lalu akan diubah menjadi glukosa dalam bentuk gula lain dihati yang sebelumnya masuk kedalam darah (Kasangke, 2015). Penyebab terjadinya diabetes melitus (DM) tidak pasti sepenuhnya berasal dari hormone insuline terdapat beberapa faktor lainnya seperti genetik, umur dan obesitas.

Penyakit tersebut terbagi atas 2 katagori yaitu diabtes tipe 1 dan tipe 2 untuk itu diperlukan pemeriksaan rutin agar dapat mengontrol gula darah (Lawand, 2015). Menurut data, telah banyak kasus mengenai penyakit

ini terutama di negara-negara berkembang di mana jumlahnya cenderung meningkat. Perkiraan pada tahun 2000 pasien berumur di atas 20 tahun memiliki penyakit diabetes melitus sebanyak 150 juta orang, dan terjadi peningkatan menjadi 300 juta orang pada tahun 2025. Sedangkan di Indonesia jumlah pengidap dari penyakit ini 12,4 juta orang dengan kategori peringkat ke 5 terbesar di dunia menurut World Health Organization (Setiati et al., 2014). Hal tersebut seharusnya menarik perhatian kita agar dapat menurunkan angka dari jumlah pasien diabetes melitus dan menyelesaikan permasalahan tersebut. Oleh karena itu, diperlukan untuk menjaga gizi makanan serta aktivitas pribadi dengan melakukan pengecekan kadar gula darah secara berkala sebagai acuan control diri.

Saat ini untuk melakukan pengecekan kadar gula darah diperlukan sampel darah dengan cara menusuk jari dan menempatkannya pada strip lalu diperiksa pada glucometer (Narkhede et al., 2016). Teknik tersebut disebut teknik invasive, menimbulkan rasa takut serta trauma terhadap pasien sehingga kurang efektif dan beresiko menimbulkan infeksi pada jaringan kulit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dikembangkanlah teknologi glucometer yang berbasis teknik non-invasive, mendiagnosis tanpa melukai tubuh (Eko Satria, 2013). Telah banyak kajian tentang penelitian teknik tersebut diantaranya oleh Tria Nurmaatin, Heni Sumarti, dan Ayu Wulandari (2020) yang melakukan validasi alat ukur gula darah secara non-invasive dengan sensor TCRT5000 yang bertujuan untuk mengurangi limbah medis. Lalu, pengembangan rancangan alat gula darah non-invasive dengan sensor fotodiode berbasis mikrokontroler AT89S51 oleh Eko Satria dan Wildian (2013), dan melakukan perancangan glucometer dengan metode Evanescent oleh Nola Fridayanti dan Muldarisnur (2018) dengan tujuan memberikan rasa nyaman dan mengurangi resiko infeksi terhadap pasien. Akan tetapi, pada umumnya instrumentasi yang telah dikembangkan berbasis sinar near infrared (NIR) dengan mikrokontroler arduino.

Permasalahannya ialah tidak ada penelitian lanjut mengenai kajian penelitian tersebut untuk dapat mengembangkan teknologi pengukuran kadar gula darah pada tubuh secara non-invasive terhadap pasien diabetes di Indonesia. Teknik pengukuran secara non-invasive seharusnya telah banyak dikembangkan serta dipergunakan oleh masyarakat umum, sehingga masyarakat dapat mengontrol kesehatan pribadi secara efisien dan efektif. Teknik tersebut pada umumnya memanfaatkan pancaran sinar gelombang yang menembus lapisan dermis lalu diserap oleh jaringan kulit (Tria et al., 2022). Perubahan spektrum absorpsi gelombang selanjutnya diproses oleh mikrokontroler lalu diubah menjadi data digital oleh Analog Digital Converter (ADC). Data yang diperoleh ditransfer ke perangkat portable serta dimonitor oleh sistem perangkat canggih dengan aplikasi pada sistem android agar dapat dilakukan pemantauan secara berkala (Jonathan et al., 2016). Diharapkan teknologi tersebut memiliki harga yang relative terjangkau sehingga seorang pengidap dari diabetes melitus dapat memakai secara mandiri di rumah dan praktis.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan studi literatur review menggunakan jenis data sekunder berupa artikel-artikel yang relevan dengan topik penelitian. Penelitian ini berfokus pada artikel-artikel dengan topik pengembangan alat ukur gula darah secara non-invasive terhadap pengidap Diabetes Melitus. Penulis mengambil sebanyak 10 artikel dengan topik terkait untuk dijadikan sumber data melalui layanan google scholar/google cendekia. Layanan google scholar dipilih karena jumlah sitasi yang memadai dan relevansinya yang tinggi terhadap topik penelitian ini. Penulis kemudian mengkaji artikel-artikel yang telah terpilih secara acak untuk mengetahui kesamaan, keunggulan, maupun kelemahan dari setiap artikel sehingga dapat diperoleh kesimpulan dan saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

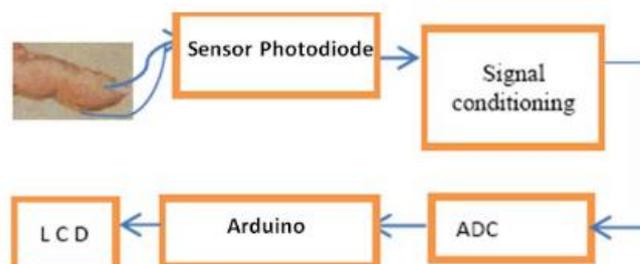
### **Penelitian Glukometer Secara Non-Invasive**

Pengukuran gula darah secara non-invasive berarti melakukan pengukuran kadar gula dalam darah tanpa harus melukai tubuh, sehingga untuk dapat melakukan pengukuran umumnya memanfaatkan sinar near infrared sebagai pendeteksi gula darah. Near infrared merupakan metode pada radiasi elektromagnetik dengan spektroskopi jangkauan panjang spektrum sekitar 800-2500 nm berarti lebih panjang dari cahaya tampak. Pemanfaatan dari sinar tersebut dilakukan dengan memancarkan sinar inframerahnya pada bagian tubuh manusia contohnya jari telunjuk lalu dideteksi oleh sensor photodiode sehingga menghasilkan intensitas cahaya yang besarnya tergantung kadar glukosa dalam darah (Suryana et al., 2018). Maka akan diperoleh nilai dari

serapan cahaya, sehingga agar tidak terjadinya gangguan eksternal dari cahaya lain, sensor dikemas sedemikian rupa dengan diberi lubang untuk memasukan jari.

Alat tersebut menunjukkan ketika intensitas kecil maka kandungan kadar gula darah semakin tinggi dengan darah berwarna pekat sehingga cahaya inframerah banyak diserap dan sedikit tertangkap oleh fotodiode. Sebaliknya ketika darah mengandung kadar glukosa sedikit darah akan bersifat encer maka cahaya inframerah tertangkap oleh fotodiode (Elgendi, 2021). Hal tersebut terjadi sebab kadar glukosa yang tinggi akan mengalami relaksasi saat bertemu dengan inframerah karena dipengaruhi oleh difraksi dan interferensi yang terjadi pada dermis kulit (Zulkarnain & Shidiq, 2018).

Berdasarkan dilakukannya *literature review* dari 10 artikel yang telah dipilih, diketahui bahwa terdapat beberapa metode yang digunakan untuk pengukuran kadar gula darah secara non-invasive. Menurut Jonathan dkk (2016) dalam artikel berjudul "Sistem Instrumentasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Non Invasive Berbasiskan Arduino" dengan fokus penelitian pengujian sistem instrumentasi secara keseluruhan dengan melakukan percobaan alat ukur secara otomatis yang dikendalikan oleh Arduino dan di monitor secara fleksibel dengan sistem android untuk melakukan pengambilan data dengan variasi nilai konsentrasi larutan kadar gula darah. Menghasilkan temuan tentang menyempurnakan prototipe awal berdasarkan platform yang telah dirancang sehingga menjadi prototipe alat ukur kadar gula darah non invasive, mencari panjang gelombang referensi bagi kadar gula darah non invasive menggunakan Near Infra Red. Melakukan penyesuaian platform sistem bagi pengukuran kadar kandungan gula darah.



**Gambar 1.** Blok diagram cara kerja sistem instrumen alat ukur kadar gula darah non-invasive berbasis arduino, diambil dari artikel ilmiah ; Prabowo Jonathan, Yaya Suryana, Rony Ferbyarto, I Made Astawa. (2016). Sistem Instrumentasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasiskan Arduino. UMJ Seminar Nasional Sains dan Teknologi. Hal. 2

Selanjutnya Muhammad dkk (2016) dalam artikel "Mengenal Alat Pemantau Gula Darah dari Air Liur dengan "On-Chip Electrochemical Sensing" mengemukakan bahwa elektroda kerja difungsikan melalui layer-by-layer (LBL) perakitan nanotube karbon berdingtunggal dan multilayer films composed of chitosan (CS), gold nanoparticles (GNp), dan glucose oxidase (Gox) untuk mendapatkan sensitivitas dan akurasi tinggi. Logam untuk semua elektroda adalah Pt yang secara luas dapat diaplikasikan dalam pemantauan glukosa. melalui metode voltametri siklik elektroda Pt dimodifikasi dengan PAA/SWNT/(CS/GNp/GOx) 3 lapisan yang diperoleh di 0-40 mg/dL larutan glukosa dengan tegangan antara WE dan RE berkisar antara -0,4V ke 0,4V pada tingkatscan 50mV/s. membuktikan sensor on chip electrochemical secara efektif dan andal dapat menentukan kadar glukosa dalam air liur, tetapi juga mengungkapkan adanya potensi besar penggunaan analisis air liur untuk kedua diagnosis non-invasive diabetes dan pemantauan glukosa.

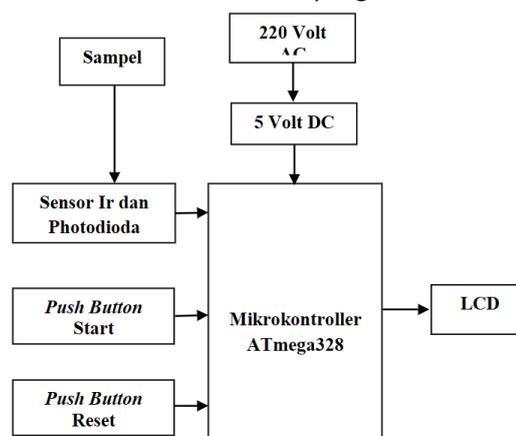
Setahun kemudian, Dong Geon dkk (2017) melakukan penelitian berjudul " Sensor Optik Non-Invasif Berbasis Lab-On-A-Chip Untuk Mengukur Glukosa Dalam Air Liur" dan mengemukakan bahwa Bromothymol blue (BTB) dan larutan buffer pH 8 digunakan untuk memperkirakan efisiensi pencampuran serta memanfaatkan Micropump (model: BT100-1F, Longer pump), larutan BTB dan pH 8 disuntikkan ke saluran mikro buatan, di sini bernama Tipe A, B, dan C. Teknologi ini memiliki banyak keunggulan, seperti jumlah ion konsumsi sampel dan reagen yang sangat sedikit, deteksi cepat, serta kompatibilitas biologis dan kimia. Dua metode umum digunakan untuk menginduksi aliran turbulen pada skala mikro: untuk metode pencampuran pasif, hambatan dipasang di saluran mikro; Dalam metode pencampuran aktif, sampel diaduk secara fisik.

Pada pengukuran kadar glukosa darah juga diperlukan rancang bangun prototipe detector nya, oleh karena itu penelitian berjudul "Rancang Bangun Prototipe Detektor Glukosa Darah Secara Non-Invasive Menggunakan Near Infrared" dilakukan oleh Gatot dkk (2018) untuk menentukan sensor minimum dan maksimum pada

operational amplifier untuk memperoleh kadar dekstrosa. Pengukuran kadar glukosa darah dengan cahaya inframerah sebagai transmitter dan photo diode sebagai receiver dengan pembuktian bahwa pendeteksi glukosa dilakukan pada skala tegangan 0,43-0,45 volt dengan jangkauan kadar dektrosadan glukosa. Pada perancangan hardware terdapat bebearap rangkaian menjadi 1 sistem yaitu rangkaian pembagi tegangan, rangkaian low pass filter, rangkaian penguat tak pembalik, dan juga rangkaian pada LED infrared beserta photodiode sebagai sensor input yang akan terbaca pada bagian analog mikrokontroler arduino nano turut dengan penampil berupa rangkaian mikrokontroler yang terhubung dengan LCD 16x2 dengan masing-masing pin terhubung dari fungsi satu sama lainnya. Perancangan yang bersifat software dilakukan pada perangkat arduino nano dengan inputan berupa program yang dapat langsung dijalankan sesuai dengan yang diberikan. Untuk program dari alat pengukur glukosa darah sendiri terdiri dari dua bagian program yakni pembacaan sensor yang berdasarkan sinyal analog dan pembacaan data digital dari sensor yang ditampilkan pada layar LCD 16x2.

Penelitian Gameel dkk (2018) tentang "Desain Meteran Glukosa Non-Invasif Menggunakan Teknik Inframerah" mengemukakan bahwa ketika konstantasi glukosa dalam larutan meningkat output tegangan akan menurun. Hasil dianalisis dengan regresi linear model garis lurus. Layar lcd ditambahkan dan diprogram untuk menunjukkan tingkat glukosa. Efek penyantingan pada sistem diperiksa dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan akurat. Filter efektif memotong komponen tegangan yang sesuai dengan sinyal bising dan meletakkan pada wadah khusus untuk mengurnagi efek cahaya. Cahaya melewati materi diserp sehingga tergantung pada konsentrasi materi. Mengukur sinyal noise yang diterima dari spektroskopi NIR. Rangkain terdiri dari 2 buah LED dnegan panjang 1550nm sebagai pemancar dan penerima. Glukosa ditempatkan diataranya. LED penerima akan medeteksi jumlah cahaya yang datang dan menghasilkan arus listrik dan kemudian diubah menjadi tegangan.

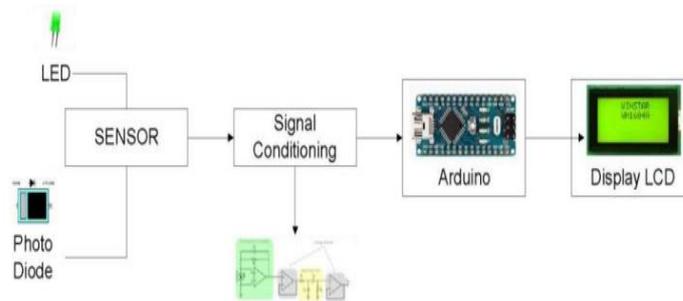
Perancangan alat pengukur kadar gula darah lainnya juga diteliti oleh Haryono dkk (2019) dengan judul penelitian "Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasive Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno" dengan memanfaatkan fenomena optik berupa terjadinya penyerapan panjang gelombang gula darah yaitu antara 750-2500 nm. Hasil dari pembacaan sensor akan diolah dalam arduino uno sebagai pusat pengontrolan sistem serta ditampilkan di LCD. Menggunakan sensor infrared dan photodiode dengan penyerapan cahaya pada panjang gelombang 750-2500 nm dan infared panjang gelombang 750-10000 nm. Nilai tegangan photodiode diolah mikrokontroler ATmega328 kemudian data analog dari sensor dikonversi menjadi data digital dan ditampilkan pada LCD. Penelitian ini menghasilkan temuan mengenai nilai ADC yang dibutuhkan untuk mengkalibrasi glukometer agar dikonversi. Dibutuhkan nilai kekuratan dan eror dari glukometer dan dibandingkan menggunakan alat ukur invasive yang ada di Laboratorium Klinik UNP.



**Gambar 2.** Blok diagram glukometer teknik non-invasive berbasis mikrokontroler arduino uno, diambil dari artikel ilmiah ; Suyono Haryono, Hambali. (2019). Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. JTEV Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional Vol.6 No. 1 Hal. 72

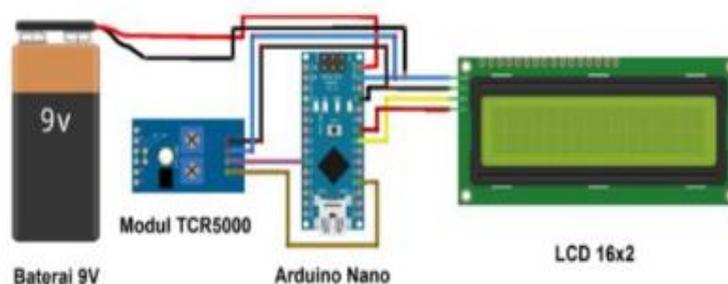
Penelitian berjudul "Estimasi Konsentrasi Glukosa Darah Berbasis Mikrokontroler Non-Invasif Dengan menggunakan Sensor Kapasitif Yang Dimodifikasi Pada Frekuensi Rendah" oleh Abhinaba dkk (2019) menjelaskan bahwa Pengukur konsentrasi glukosa darah non-invasif dimodifikasi dan dikembangkan dengan berbasis mikrokontroler. Karnea kelembaman dan suhu dapat mempengaruhi pembacaan sistem maka untuk

memiliki nilai konstanta dielektrik dilakukan dengan permukaan jari yang kering dan tanpa lembab. Kemudian Rinda dkk (2020) meneliti "Pemantauan Glukosa Diri Dengan Non-Invasif Sanitas: Metode Menggunakan Sensor Inframerah Dekat" dan mengemukakan bahwa terdapat superbright green LED sebagai transmitter dan sensor fotodiode (BPW34) sebagai penerima. Cahaya dari LED akan tembus kulit manusia dan pembuluh darah, cahaya ditransmisikan diterima oleh fotodiode nilainya diubah menjadi kadar glukosa darah. Glukometer bergantung pada mikrokontroller dengan arduino LED Super Bright Green sebagai pemancar dan sensor fotodiode (BPW34) sebagai penerima.



**Gambar 3.** Blok diagram pengukuran gula darah non-invasif sanitas: metode menggunakan sensor inframerah, diambil dari artikel ilmiah ; Hidayati Rinda N, dkk. (2020). Self-Monitoring Of Glucose With A Non-Invasive Method Using Near Infrared Sensor. Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan Vol. 10 (2), 2020 : 114

Prosedur non-invasif lainnya juga diteliti oleh Kokila dkk (2020) dengan judul penelitian "Gambaran Umum Prosedur Non Invasif Menggunakan Glukometer Untuk Mengukur Berbagai Glukosa Level". Penelitian tersebut menghasilkan temuan tentang glukometer menggunakan strip enzimatis yang mengandung ezim yang dapat membunuh zat organik lain dalam air liur selain glukosa, misal enzim preteolitik. Sehingga konsentrasi glukosa dapat dihitung. Strip terdiri beberapa enzim lisis yang dapat bereaksi dengan air liur dengan membentuk hidrogen peroksida untuk menyampikan nilai intensitas glukosa saliva. Kemudian Tria dkk (2022) meneliti tentang "Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Noninvasive Menggunakan Sensor TCRT5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis" dan menyatakan bahwa sensor TCRT5000 dikemas dalam box hitam dan diberi lubang untuk memasukan jari telunjuk sampel saat diukur untuk menghindari gangguan cahaya. Stabilitas selang waktu 10-20 detik menggunakan modul IR line tracking sensor TCRT5000 menghasilkan nilai ADC. Diperoleh sifat serapan jaringan terhadap cahaya infrared, semakin pekat darah( semakin tinggi gula darah) maka cahaya inframerah lebih banyak diserap sehingga sedikit ditangkap fotodiode dan sebaliknya melewati jaringan dan ditangkap fotodiode. Selanjutnya dikalibrasi dan pengujian alat.



**Gambar 4.** Skema rancangan alat ukur kadar gula darah secara non-invasive menggunakan sensor TCRT5000, diambil dari artikel ilmiah ; Nurmaratin Tria, Heni Sumarti, Ayu Wulandari. (2022). Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasi Menggunakan Sensor TCR5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis. JIPF-UNSRI Vol. 9 No.1, Hal. 55

Dari pembahasan mengenai artikel-artikel di atas, diketahui bahwa teknologi pengukuran kadar gula darah saat ini memiliki 2 alternatif yaitu secara invasive dan non-invasive, akan tetapi setiap teknologi memiliki kelebihan dan kekurangannya masing- masing. Teknologi pengukuran kadar gula darah secara non-invasive memberikan manfaat bagi pengidap Diabetes Melitus, menurut Nola fridayanti dan Muldarisnur (2018) metode ini tidak merusak dan menggunakan tambahan cairan lain, sehingga tidak beresiko terjadinya infeksi terhadap penderita. Selain itu, memiliki keunggulan lain yaitu sederhana, nyaman, murah dan efektif untuk menentukan

konsentrasi glukosa dalam darah berdasar Muhammad Iqbalbin Mohd Yusof, Adam Renaldi, Ilham Septiandi, Budi Kurniawan, Ahmad Fauz (2016). Oleh sebab itu, metode alat ini berpeluang sebagai alternatif untuk dipertimbangkan agar dikembangkan. Akan tetapi teknologi dengan metode tersebut juga memiliki kekurangan menurut Prawira, W. P., Setiawan, A., dan Santi, M.R (2014) metode seperti itu masih belum akurat digunakan karena dipengaruhi sumber cahaya terhadap detector. Sehingga dapat dikatakan bahwa akurasi dan sensitivitas dari alat pengukuran kadar gula darah *non-invasive* tersebut kurang dibandingkan dengan alat pengukuran secara *invasive*.

## SIMPULAN

Teknologi secara non-invasive dikembangkan berdasarkan sistem instrumentasi mikrokontroler Arduino, sehingga teknologi tersebut mudah untuk dapat dikembangkan. Tujuan dari pengembangan alat tes ukur gula darah secara non-invasive agar memberikan rasa nyaman dan aman bagi penderita Diabetes Melitus. Sehingga alat tersebut dapat menjadi alternatif bagi penderita untuk melakukan pengukuran kadar gula darah secara pribadi di rumah atau dimanapun dengan biaya yang lebih hemat. Alat pengukur gula darah secara non-invasive sangat cocok bagi para penderita Diabetes Melitus yang memiliki rasa takut ketika data diambil darahnya atau phobia terhadap pencucukan jarum pada bagian tubuh. Selain itu, metode secara invasive juga dapat membantu bagi para penderita Diabetes Melitus yang memiliki penyakit hemofilia agar tidak terjadinya pendarahan yang sulit untuk berhenti. Oleh karena itu, diharapkan teknologi tersebut segera untuk dikembangkan secara umum untuk mempermudah bagi penderita untuk dapat melakukan pengecekan serta pengontrolan kadar gula darah.

Untuk mencapai harapan tersebut, harus dilakukan penelitian lebih lanjut agar alat pengukur gula darah secara non-invasive dapat memberikan nilai hasil dari kadar gula darah yang diperiksa lebih baik dari sebelumnya, sehingga alat ukur gula darah secara non-invasive tidak terkendala oleh akurasi dan sensitivitas dari pengukuran. Selanjutnya, alat tersebut harus dikembangkan lebih baik lagi dengan bentuk yang lebih efisien dan terhubung langsung oleh smartphone untuk mempermudah penderita dalam melakukan pengecekan gula darah secara mandiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abhinaba Dutta, Satish Chandra Bera, and Kamalesh Das. (2019). A non-invasive microcontroller based estimation of blood glucose concentration by using a modified capacitive sensor at low frequency. *AIP Advances* 9, Page 1-13
- Dipankar Sutradhar, Durlav Hazarika. (2022). A Review of Non-invasive Electromagnetic Blood Glucose Monitoring Techniques. *Rivew Article* Page 98-105
- Dong Geon Jung, Daewoong Jung, Seong Ho Kong. (2017). Sensor Optik Non-Invasif Berbasis Lab-on-a-chip untuk Mengukur Glukosa Pada Air Liur. *MDPI : Sensor* , 17, 2607
- Eko Satria, W. (2013). Rancang bangun alat ukur kadar gula darah non-invasive berbasis mikrokontroler AT89S51 dengan mengukur tingkat kekeruhan spesimen urine menggunakan sensor fotodiode. *Jurnal Fisika Unand*, 2(1), 40-47.
- Elgendi, M. (2021). *PPG signal analysis an introduction using MATLAB (First Edit, Vol. 53, Issue 9)*. CRC Press
- Fridayanti Nola, Muldarisnur. (2018). Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah pada Urin dengan Metode Evanescent. *Jurnal Universitas Andalas: Positron*, Vol.8 No.2. Hal.1-6
- Hidayati Rinda N, dkk. (2020). Self-Monitoring Of Glucose With A Non-Invasive Method Using Near Infrared Sensor. *Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan* Vol. 10 (2), 2020 : 111 – 121
- Kasengke, J., Assa, Y. Dan Paruntu, M. E. (2015). Gambaran Kadar Gula Sesaat Pada Dgambaran Kadar Gula Sesaat Pada Dewasa Muda Usia 20-30 Tahun Dengan Indeks Massa Tubuh (Imt)  $\geq 23$  Kg/M<sup>2</sup> 1juandiewasa Muda Usia
- Lawand, K. (2015). Design and development of infrared led based non invasive blood glucometer. *IEEE INDICON*, 1-6
- Muhammad Iqbalbin Mohd Yusof, Adam Renaldi, Ilham Septiandi, BudiKurniawan, Ahmad Fauzi. (2016). Mengenal Alat Pemantau Gula Darah dari AirLiur dengan “On-Chip Electrochemical Sensing”. *Majalah Farmasetika*, Vol.1 No.1 Hal. 3-7
- M. Kokila, dkk. (2020). An Overview of Non-Invasive Procedures using Glucometer for Measuring Various Glucose Levels. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, Vol. 8 Issue 9, Hal. 1-3
- Narkhede, P., Dhalwar, S., & Karthikeyan, B. (2016). NIR based non-invasive blood glucose measurement. *Indian*

Journal of Science and Technology, 9(41), 1-7.

- Nurmaratin Tria, Heni Sumarti, Ayu Wulandari. (2022). Validasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Secara Non-Invasi Menggunakan Sensor TCR5000 Untuk Mengurangi Limbah Medis. JIPF-UNSRI Vol. 9 No.1, Hal. 51-61
- Prabowo Jonathan, Yaya Suryana, Rony Ferbyarto, I Made Astawa. (2016). Sistem Instrumentasi Alat Ukur Kadar Gula Darah Non-Invasive Berbasis Arduino. UMJ Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Hal 1-3
- Santoso, G., Hani, S., & Wicaksono, A. (2018). Rancang Bangun prototipe detektor glukosa darah secara non-invasive menggunakan near infrared. Simposium Nasional RAPI XVII, E, 37-42
- Setiati Siti, et al. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam . 6th rev. Jakarta : Internal Publishing Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam; 2015. h. 2014 -1134
- Suryana, Y., Astawa, I. M., Ferbyarto, R., & Prabowo, J. (2018). Perancangan dan simulasi alat ukur kadar gula darah secara non-invasive. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, 3, 108-112
- Suyono Haryono, Hambali. (2019). Perancangan Alat Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Menggunakan Teknik Non-Invasi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. JTEV Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional Vol.6 No. 1 Hal. 69-76
- Zulkarnain, & Shidiq, M. (2018). Investigasi penggunaan metode laser speckle imaging (LSI) untuk pengukuran kadar gula darah. Jurnal Fisika UNNES, 8(2), 60-67