

## **Analisis Pengukur Kadar Gula Dalam Darah Secara *Non-invasive***

**Yesi Deviana<sup>1</sup>, Kamarudin<sup>1</sup>, Heru Wijanarko<sup>1\*</sup>**  
<sup>1</sup>*Politeknik Negeri Batam, Jurusan Teknik Elektro,, Batam*

*E-mail: wijanarko@polibatam.ac.id*

*Received: 14-08-2020*

*Accepted: 31-08-2020*

*Published: 31-08-2020*

### **Abstrak**

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penderita diabetes terbanyak keenam dunia. Dari keseluruhan jumlah yang ada, sebagian besar masyarakat menjadikan nasi sebagai makanan pokok sehingga banyak penduduk menderita diabetes dikarenakan pola makan serta pola hidup yang kurang berolahraga. Untuk mencegah serta menghindari diabetes perlu dilakukan pemeriksaan dan pemantauan kadar gula darah secara berkala untuk mengetahui serta mengatur kebutuhan karbohidrat. Pada umumnya, pemeriksaan dan pengecekan kadar gula dalam dara dilakukan dengan metode invasive (dengan melukai atau menusuk jari tangan dengan jarum untuk mengambil sampel darah). Metode tersebut dirasa belum efektif dikarenakan efek samping yang ditimbulkan seperti rasa sakit, ketakutan, trauma, serta infeksi pada luka bekas pengambilan darah. Sehingga untuk memudahkan pengukuran kadar gula darah terutama bagi penderita diabetes, diperlukan adanya metode yang dapat mengeliminasi ketidakefektifan metode invasive. Dikembangkan metode *non-invasive*, yaitu metode yang menggunakan sensor optik untuk pengukuran kadar gula darah. Dengan metode *non-invasive*, pengukuran kadar gula menjadi lebih efektif, lebih cepat serta hemat dikarenakan tidak adanya limbah strip dan jarum lancet. Dari realisasi pengukur kadar gula secara noninvasive ini dapat disimpulkan bahwa alat yang dirancang dengan menggunakan Metode *non-invasive* mode refleksi sudah mampu mengukur kadar gula dengan kesalahan rata-rata 8,4% dikarenakan masih rentan terhadap perubahan posisi jari yang diukur. Meskipun demikian, akan tetapi hasil pengukuran dari alat yang dirancang masih bisa dipergunakan untuk memprediksi level kadar gula yang sebenarnya.

**Kata kunci:** *Diabetes, non-invasive, Kadar gula darah, photoplethysmograf.*

### **Abstract**

*Indonesia is the sixth largest country who have many diabetic suffer in the World. Cause calculation carbohydrate who eaten and uncaring health life style will be effect many of Indonesian people to suffer obesitas and then affect Diabetes Mellitus. Before some one suffer diabetes, diabetes can be detecting early with measuring and monitoring blood glucose routine using glucometer or checking on laboratory. Generally, measuring blood glucose doing with invasive method (use sample blood who take from finger) and this method will be result trauma cause painful one part in body. Invasive method make diabetes suffer will be infection cause injured. To eliminated uneffective invasive method, will be design blood glucose measurement equipment with Non-Invasive Methode. The result from this research final project, the average accuration of error level blood glucose measurment using non-invasive method is 9,32%. That happend because nothing standarization to take finger position on the sensing part. Althought like that, this non invasive blood glucose still can used to know prediction level for blood glucose.*

**Keywords:** *Diabetes, Non-invasive, Blood Glucose level, Photoplethysmograph.*

## Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat dunia dengan jumlah penduduk lebih dari 262 juta jiwa [1] tersebar dari Sabang hingga Merauke. Berdasarkan laporan *International Diabetes Federation* tahun 2017, jumlah penderita diabetes berjumlah 10,3 juta orang [2].

Diabetes merupakan penyakit atau kondisi dimana tubuh penderita tidak mampu mengolah karbohidrat yang masuk kedalam tubuh menjadi sumber tenaga dikarenakan organ pankreas tidak mampu memproduksi hormon insulin. Diabetes yang umum dikenal dengan sebutan kencing manis dapat dikenali dengan gejala seperti: cepat lelah, mudah mengantuk, sering lapar, mudah haus, berat badan turun drastis, mata berkunang-kunang, penglihatan berkurang tiba-tiba, dan bila terluka sukar sembuh. Untuk menghindari hal tersebut, dibutuhkan pencegahan baik gaya hidup juga pengecekan kadar gula darah secara berkala.

Untuk pengecekan Kadar gula darah, ada tiga metode yang dapat dilakukan, antara lain: *invasive*, *semi-invasive* dan *non-invasive* [3]. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu, diperlukan adanya perangkat pengukur kadar gula secara non-invasive untuk meminimalisir akibat dan kekurangan invasif dan semi-invasif.

Penelitian yang dilakukan oleh Luthfi (2016) Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Pengukur Kadar Gula Darah Berbasis Mikrokontroler, dengan *basic for java* sebagai aplikasi *user*. Akan tetapi membutuhkan pengembangan sensor, penempatan serta penjepit agar hasil lebih stabil [4].

Penelitian lain yang berkaitan dengan perangkat yang dirancang dilakukan oleh Wardana (2018) Pengukuran Kadar Gula Darah *Non-invasive* menggunakan Sensor Warna TCS3200 dan Arduino, pada penelitian ini mendeteksi gejala diabetes menggunakan *fasting urine* sebagai objek pengamatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, urine dengan pembacaan warna biru tinggi terdiagnosis sebagai penderita diabetes sedangkan pembacaan sensor warna merah rendah mengindikasikan bukan penderita diabetes [5].

Untuk itu penulis berupaya membuat serta merealisasikan Alat pengukur kadar gula darah secara non-invasive yang dapat digunakan tanpa

perlu dilakukan sterilisasi jari tangan dan melukai salah satu anggota tubuh.

## Metode Penelitian

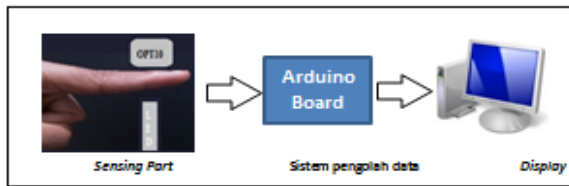
Sistem yang akan dirancang dapat dideskripsikan merupakan sebuah alat yang dapat dipergunakan secara berkala untuk mengukur kadar gula darah bagi setiap orang yang membutuhkannya tanpa melukai bagian tubuh. Alat pengukur kadar gula *non-invasive* ini dirancang dengan menggunakan mode pemasangan sensor secara transmisi, yaitu cara penempatan atau pemasangan sensor (LED sebagai pemancar dan IC OPT101 sebagai penerima) tidak berada pada posisi yang sama. Dengan gambaran, bagian pemancar berada pada sisi bawah ujung jari tangan dan bagian penerima pada sisi atas kuku jari tangan (walaupun berseberangan akan tetapi pemasangan *sensing part* tetap harus sejajar) dikarenakan media tubuh yang akan dijadikan sebagai media sampel pengujian dalam hal ini jari tangan harus berada tepat diantara LED dan OPT101 sehingga penyerapan cahaya yang dipancarkan oleh LED tepat mengenai permukaan kulit, lalu cahaya yang telah diserap akan diteruskan kebagian penerima. Gambar 1. dibawah merupakan desain rancangan dari alat yang telah dibuat.



Gambar 1. Desain Alat

Perancangan dan fabrikasi pengukur kadar gula dalam darah dikelompokkan dalam 3 bagian, antarlain: *sensing part* yang terdiri atas dua bagian pemancar (LED) serta bagian penangkap intensitas cahaya (Ic OPT101), bagian pengolah atau pemroses data, dan bagian penunjuk hasil (*display*). Realisasi serta fabrikasi diawali dengan desain, kemudian pembuatan bagian-bagian lain yang akan digunakan. Selanjutnya pembuatan program untuk controller dan terakhir penggabungan seluruh *part* dilanjutkan dengan pengoperasian

serta pengujian. Pada bagian *sensing part*, diawali dengan membuat pemancar dengan merangkai atau menghubungkan LED yang disertai dengan resistor ke sumber Tegangan 5 Volt.



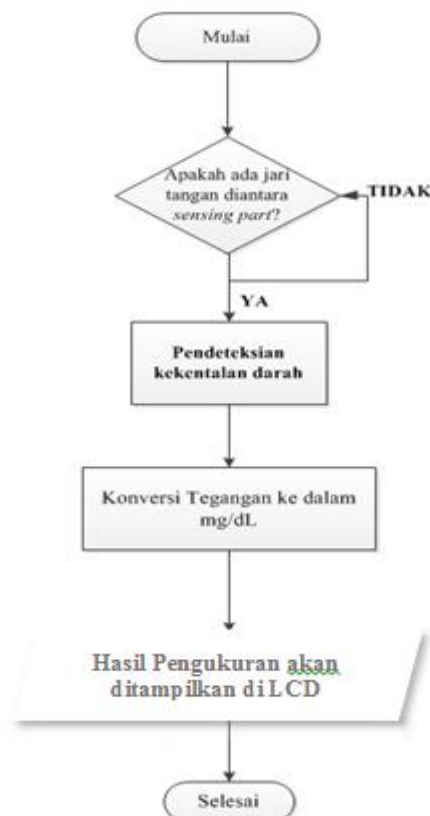
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Untuk bagian penerima, dibuat dengan menghubungkan pin 1 OPT yang dikoneksi ke tegangan 5 Volt. Pin 3 dan 8 dihubungkan ke GND, serta pin 4 juga 5 ke A0 (analog pin di *arduino uno board*). Jadi bagian penerima ini akan menangkap intensitas cahaya yang melewati ujung jari tangan saat sensor (pemancar dihidupkan). Semakin besar intensitas cahaya yang dideteksi OPT101, maka tegangan yang akan diolah oleh arduino juga semakin besar. Begitupun sebaliknya, jika intensitas cahaya sedikit maka tegangan yang dihasilkan menurun. Hal ini terjadi karena intensitas cahaya yang masuk dan terserap OPT101 akan direpresentasikan menjadi data tegangan analog yang turun, sehingga tegangan yang dihasilkan juga kecil. Tegangan keluaran ini akan langsung menuju ke analog pin di arduino untuk dikonversi menjadi data digital, konversi dari data analog menjadi digital dilakukan oleh ADC internal dengan memakai program pengubah yang ditanam ke IC Atmega sebagai *controller* (komponen pengolah data). Hasil konversi ini akan berbanding lurus dengan intensitas cahaya yang masuk sesuai dengan pernyataan hukum beer absorbansi.

Hasil konversi ADC akan sangat terpengaruh oleh resolusi yang digunakan. Semakin tinggi resolusi ADC yang dipakai, maka pengkonversian ADC semakin baik, data digital yang ada lalu dimasukkan ke persamaan yang digunakan dalam program. Persamaan ini diperoleh dari naiknya nilai ADC selaras dengan naiknya tegangan untuk setiap perubahan ADC sehingga hasil pembacaan yang diperoleh akan mendekati level kadar gula darah sebenarnya yang terukur secara invasif. Proses pembacaan serta pengolahan data secara keseluruhan terjadi dibagian pengolah data di arduino uno yang telah dilengkapi dengan program pembacaan serta pengolahan data yang masuk (listing program pembacaan ada pada lampiran). Secara singkat

dapat dijelaskan pada bagian *void loop*, bagian ini program ini akan mengeksekusi dan mengubah data analog keluaran *sensing part* (dari bagian penerima) menjadi data digital. Data digital dalam tipe data long integer yang kemudian dibagi 200 sehingga diperoleh nilai ADC. Dari nilai ADC, lalu dimasukkan ke persamaan  $float\ gula = (0.0014 * adc * adc) - (0.6653 * adc) + 139,35$ . Dari persamaan ini yang mengubah data pembacaan sensor menjadi hasil yang ditampilkan LCD sebagai level kadar gula darah (seperti terlihat di konversi tegangan kedalam mg/dL pada proses flowchart yang ada pada gambar 3 dibawah).

Hasil pembacaan pengukuran kadar gula, diawal pengujian belum sesuai biasanya dikarenakan adanya cahaya bias yang ditangkap oleh fotodiode juga penempatan jari yang posisinya kurang tepat sehingga harus dilakukan kalibrasi. Kalibrasi alat dilakukan dengan memplot tegangan keluaran dan juga hasil pengukuran non-invasive sehingga diperoleh persamaan yang akan dibenamkan diprogram. Jadi Lcd akan menunjukkan hasil pengukuran kadar gula darah dengan lebih baik.



Gambar 3. Flowchart Sistem

Sebagai perbandingan untuk memastikan bahwa data hasil pengukuran alat *non-invasive*

yang dirancang mampu mengukur kadar gula dengan baik, dilakukan pengujian dengan membandingkan hasil pengukuran alat rancangan dengan hasil pengukuran kadar gula secara invasif. Pengukuran gula darah *invasive* dengan menggunakan alat pengukur *invasive* terstandar dengan merk Accu-Check, alat ini dapat dipergunakan selama masih berfungsi dengan baik asal strip test yang dipakai untuk menempatkan sampel darah yang akan dideteksi tidak kadaluarsa.

Setelah data hasil pengukuran baik secara invasif maupun non-invasif diperoleh, data tersebut akan dianalisis dengan menggunakan *Clark Error Grid* (CEG). CEG merupakan metode yang banyak digunakan untuk menganalisis peralatan yang dipergunakan dalam bidang kesehatan [6].

### Hasil dan Diskusi

Pengujian dan pengambilan data dilakukan dengan cara uji coba, pengetesan dan pengambilan data secara langsung untuk memperoleh hasil pengukuran kadar gula darah secara non-invasive lalu membandingkan hasil yang diperoleh dengan pengukuran kadar gula secara *invasive* dengan menggunakan alat terstandar merk Accu-Check.

Tabel 1. Data awal hasil pengujian

No	Responden	Kadar gula dengan metode <i>invasive</i> (mg/dL)	Kadar gula dengan metode non- <i>invasive</i> (mg/dL)
1	1	80	105
2	2	77	75
3	3	100	130
4	4	120	155
5	5	83	125

Tabel 2. Data yang diperoleh saat uji coba alat dipemeriksaan kesehatan

No	Responden	Kadar gula dengan metode <i>nvasive</i> (mg/dL)	Kadar gula dengan metode non- <i>invasive</i> (mg/dL)	Err or (%)
1	1	114	110	3
2	2	95	86	9,4
3	3	80	100	25
4	4	82	92	12
5	5	72	82	14

No	Responden	Kadar gula dengan metode <i>nvasive</i> (mg/dL)	Kadar gula dengan metode non- <i>invasive</i> (mg/dL)	Err or (%)
6	6	58	62	6,8
7	7	77	80	3,8
8	8	87	85	2
9	9	80	90	12,5
10	10	80	90	12,5
11	11	98	95	3
12	12	65	63	3
13	13	139	125	10
14	14	73	69	5,5
15	15	225	220	2
16	16	103	110	7
17	17	123	120	2,4
18	18	75	82	9
19	19	116	101	2,9
20	20	130	115	11,5

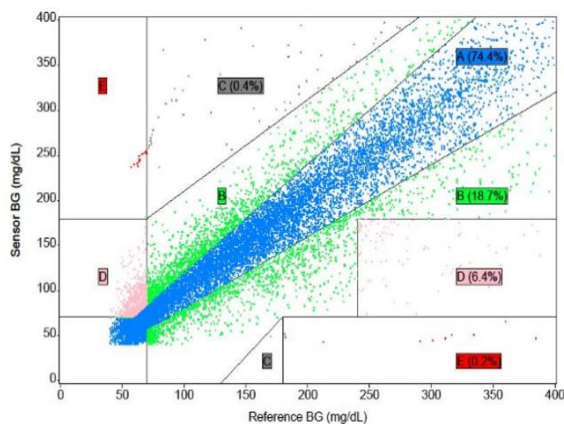
Berdasarkan hasil rancangan serta realisasi dari perangkat, dapat dilakukan analisis terhadap bagian pemancar, bagian penerima, bagian pengolah (proses) serta hasil yang diperoleh. Pada pemancar memakai LED berwarna putih yang terkoneksi secara seri dengan resistor. Warna yang digunakan dikategorikan sebagai salah satu warna yang tepat untuk perancangan alat dikarenakan cahaya yang terserap pada jari lebih banyak sehingga tegangan keluaran dari fotodiode akan sesuai dengan banyaknya intensitas cahaya yang diabsorpsi seperti penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Pada bagian penerima pada alat yang dirancang menggunakan fotodiode jenis opt101 dengan mempertimbangkan komponen ini memiliki internal filter yang akan membantu meminimalisir kesalahan pembacaan intensitas cahaya yang diterima serta lebih tahan terhadap noise dan gangguan dari luar. OPT101 juga memiliki sensitivitas yang jauh lebih baik apabila dibandingkan dengan sensor cahaya lain baik fotodiode ataupun *light depending resistor*.

Bagian pengolah dan pemroses data pada alat ini dibangun menggunakan modul arduino *board* sebagai komponen utama yang menerima data (inputan analog) dari OPT101. Data input

berupa tegangan analog lalu dikoneksi ke salah satu pin analog arduino, kemudian dikonversi oleh adc internal pada arduino board. Setelah data sudah menjadi data digital, data tersebut diolah dengan persamaan guna menampilkan hasil pengukuran kadar gula dalam satuan mg/dL.

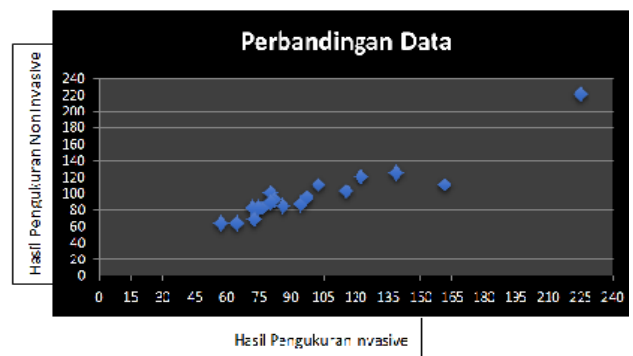
Pada pengujian dan pengambilan data diawal seketika setelah alat yang dirancang selesai difabrikasi, dilakukan pengujian dengan mengukur kadar gula dari 5 probandus sukarelawan. Dari 5 kali pengujian tersebut, hanya satu hasil pengukuran yang menunjukkan hasil pengukuran sesuai dengan level kadar gula yang terukur secara invasive. Dari hasil pengujian dan pengambilan data awal, dilakukan analisis dan pengecekan terhadap perangkat yang direalisasikan. Hasil yang diperoleh ialah hasil pengujian diawal belum menunjukkan hasil yang memuaskan dikarenakan adc internal yang digunakan masih memakai adc 8 bit sehingga hasil pengkonversian tegangan keluaran fotodiode yang masuk ke pin analog arduino uno belum maksimal. Sehingga berpengaruh pada hasil yang diperoleh ketika pengujian analisis data awal yang belum menunjukkan hasil maksimal. Dari hasil pengujian dan pengambilan data awal, dilakukan analisis, pengecekan dan pembenahan terhadap perangkat yang direalisasi. Dari proses perbaikan yang dilakukan diperoleh hasil pengujian yang dapat dikategorikan dengan pembacaan pengukuran yang maksimal seperti yang terlihat pada Tabel 2. Dengan variasi kesalahan pembacaan kadar gula darah dengan alat yang dirancang beragam, dengan kesalahan terbesar 25% jika dikalkulasi dengan menggunakan rumus :

$$Error(\%) = ((Aac - AR)/Aac) * 100 \dots (2)$$



Gambar 4. Zona Analisis Clark error grid

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis yang menggunakan metode analisa dengan Clark Error Grid atau biasa disingkat dengan CEG. Analisis hasil pengukuran dari alat yang dirancang menunjukkan bahwa semua hasil pengukuran dengan alat rancangan menempati zona A pada tabel CEG dan sebagian kecil ada dizona B, mengindikasikan bahwa kesalahan pengukuran masih relatif kecil berada pada zona biru dan hijau (aman) dengan akurasi analisa CEG berkisar 74,4%. Hasil analisis ini mengindikasikan bahwa alat yang dirancang mampu mengukur kadar gula darah tanpa melukai bagian tubuh untuk dilakukan pengambilan sampel darah, sehingga dapat meminimalisir terjadinya infeksi yang diakibatkan adanya luka. Alat non-invasive ini juga menghemat biaya untuk pembelian jarum lancet dan *striptest* yang biasa digunakan pada pengukur darah secara invasive sehingga alat rancangan jauh lebih efektif.



Gambar 5. Hasil Perbandingan data dari metode yang berbeda

## Simpulan

Alat pengukur dirancang menggunakan metode non-invasive, yaitu metode yang praktis juga aman dikarenakan tidak melukai bagian tubuh sehingga menghindari dari resiko infeksi dan rasa sakit. Pembuatan alat pendeteksi dipasang secara transmisi, dengan penempatan LED pada satu sisi (bagian jari bawah dan sisi lainnya OPTCJMCU101). Alat ini mampu mengukur kadar gula dalam darah secara lebih cepat dikarenakan tidak perlu dilakukan sterilisasi jari tangan serta pergantian jarum lancet dan strip tes dengan kesalahan 8,4 % sehingga masih dapat dijadikan sebagai pengukur kadar gula dalam darah.

## **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada semua pihak juga individu yang membantu, berkontribusi serta memberikan kemudahan dalam pelaksanaan penelitian dari awal sampai dengan penulisan dan pembuatan jurnal ilmiah penelitian.

## **Daftar Pustaka**

- [1]. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. [On-line]. Available: [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) [Mar 15, 2017].
- [2]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. [Online]. Available: [www.kemkes.go.id](http://www.kemkes.go.id) [Des 15, 2018].
- [3]. S. Gameel. A. Fatimah. Al-hojhouj. A. Fatimah and A Safaa. "Design of Non-invasive Glucose Meter using near infrared Technique," in *Proc. IOOC-ECOC*, 1986, pp. 557-998.
- [4]. L. Muhtar. "Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Pengukur Kadar Gula Darah Berbasis Mikrokontroller." *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. XI, pp. 94-102, Jul. 2016.
- [5]. K. W. Humaidillah. I. Elly. A.F. Lina. "Measurment of Non-Invasive Blood Glucose Level Based Sensor Color TCS3200 and arduino," In *Proc. IOPC*, 2018, pp. 337.
- [6]. F. Nola. Muldarisnur. "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Gula Darah pada Urin dengan Metode Evanescent." *Jurnal POSITRON*, vol. 8, pp. 1-6, Nov. 2018.