

RANCANG BANGUN PROTOTIPE DETEKTOR GLUKOSA DARAH SECARA NON-INVASIVE MENGGUNAKAN NEAR INFRARED

Gatot Santoso¹, Subandi², Slamet Hani³, Agung Junian Wicaksono⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan Tromol Pos 45 Yogyakarta 55222
gatsan@akprind.ac.id

Abstrak

Penyakit diabetes merupakan penyakit yang sering menjadikan komplikasi dari pada penyakit lainnya. Diketahui, penyakit diabetes merupakan penyakit yang paling sering mengancam penderita yang tidak hanya untuk kalangan dewasa tetapi juga anak-anak. Sesuai dengan federasi diabetes internasional pada tahun 2013 sampai dengan 2016, Indonesia menempati peringkat ke-7 untuk penderita diabetes di seluruh dunia¹. Umumnya, pengukuran kadar glukosa darah menggunakan teknik invasive yang lebih akurat tetapi cukup menyakitkan bagi sebagian orang. Sebagai alternatif, teknik pengukuran menggunakan non-invasive diperkenalkan untuk pengukuran kadar glukosa tanpa rasa sakit menggunakan cahaya inframerah sebagai transmitter dan photodiode sebagai receiver. Perangkat ini didesain dan dikalibrasi untuk dapat mendeteksi kadar glukosa dalam darah. Hasil eksperimen yang dilakukan membuktikan bahwa pendeteksi glukosa dilakukan pada skala tegangan 0.43 volt sampai dengan 0.45 volt pada jangkauan beberapa kadar dekstrosadan glukosa.

Kata kunci: diabetes; glukosa; dara; non-invasive.

Pendahuluan

Diabetes merupakan salah satu jenis penyakit yang memiliki tingkat komplikasi yang lebih banyak daripada penyakit lainnya. Penderita diabetes di Indonesia menduduki peringkat ke-7 jumlah penderita diabetes melitus di seluruh dunia sesuai dengan *international diabetes federation*. Kadar glukosa dalam darah yang tinggi adalah salah satu faktor yang menyebabkan penyakit diabetes melitus. Pemeriksaan kadar gula darah juga baiknya dilakukan ketika sakit, sesudah olahraga, dan ketika berat badan mendadak turun drastis. Pengukuran kadar glukosa darah yang saat ini digunakan rata-rata menggunakan teknik *invasive* atau dengan mengambil sampel darah pada pasien untuk kemudian diproses dengan alat. Sebagai alternatif didesain dan dikalibrasi alat ukur kadar glukosa darah menggunakan teknik *non-invasive* yang memanfaatkan cahaya infra merah yang dihasilkan dari *light emitting diode* dengan *photodiode* sebagai penerimaanya.

Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat digunakan dengan mudah dan mendapatkan hasil yang baik. Pada penelitian sebelumnya (R.A Buda dan M. Mohd. Addi) dilakukan teknik yang hampir sama dan dengan sensor juga hampir sama. Penulis menemukan gagasan lain untuk membuat alat pengukur kadar glukosa dalam darah secara *non-invasive* menggunakan *range* dari sensor yang berbeda yaitu dengan judul penelitian "Rancang Bangun Prototipe Detektor Glukosa Darah Secara Non-Invasive Berbasis Near Infrared". Diharapkan dengan alat ini dapat mengetahui kadar gula dalam darah secara *non-invasive* dengan spesifikasi alat yang berbeda dengan penelitian diatas.

Berdasarkan penelitian jurnal internasional dari R.A Buda dan M. Mohd. Addi dengan judul "A Portable Non-Invasive Blood Glucose Monitoring Device" dengan tampilan menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*)², dan jurnal nasional dari Bobby Irfanudin Anwar, Raditiana Patmasari, dan Hilman Fauzi dengan judul "Perancangan dan Implementasi Alat Pengukur Kadar Glukosa Dalam Darah Secara Non-Invasive Berbasis Arduino"³, dan juga berdasarkan jurnal internasional dari abidin, dkk dengan judul "*initial quantitative comparison of 940nm and 950nm infrared sensor performance for measuring glucose non-invasively*"⁴.

Literatur dari rangkaian yang terdapat pada penelitian Dino Sia yang berjudul "*design of a near-infrared device for the study of glucose concentration measurements*". yakni mengukur glukosa darah menggunakan rangkaian penguat dan juga pembagi tegangan yang disinkronkan dengan LED⁵ (*Light Emitting Diode*) *infrared* dan *photodiode*, Penulis mengembangkan teknik pengukuran kadar gula darah secara *non-invasive* menggunakan gelombang LED *infrared* 940nm dan *photodiode* 940nm dan arduino nano. Rujukan juga terdapat pada jurnal yang dilakukan oleh K.A Unnikrishna Menon "A survey on non-invasive blood glucose monitoring using NIR"⁶.

Rujukan juga terdapat pada jurnal yang dilakukan oleh K.A Unnikrishna Menon "A survey on non-invasive blood glucose monitoring using NIR", dan juga hasil skripsi mahasiswi dari Institut Pertanian Bogor mengenai "Rancang bangun alat ukur kadar gula darah *non-invasive* berbasis sensor fotodiode".

Metode Penelitian

Perancangan alat dan bahan merupakan tahapan untuk menentukan kebutuhan peralatan yang mendukung kinerja alat ukur glukosa berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

Alat

Tabel 1. Alat

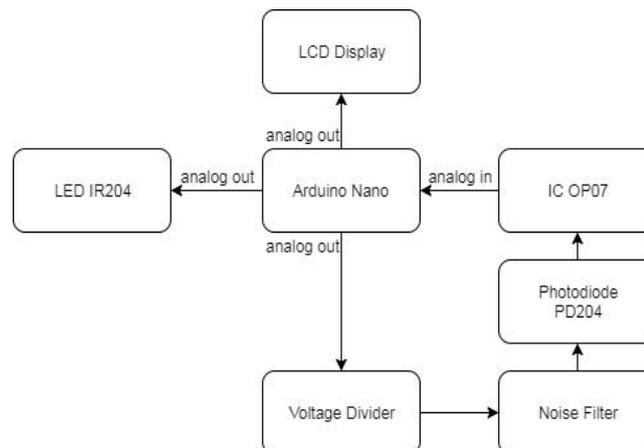
No	Alat	Jumlah
1	Papan Breadboard	1 buah
2	Kabel Jumper	20 buah
3	Box untuk tempat alat ukur	1 buah
4	Multimeter	1 buah
5	Boor PCB ukuran 0.8 mm	1 buah
6	Power Source DC 9 Volt	1 buah
7	Kabel data Arduino	1 buah
8	Obeng +	1 buah
9	Tabung untuk photodiode dan LED	1 buah

Bahan

Tabel 2. Bahan

No	Bahan	Jumlah
1	Papan PCB Kosong	1 buah
2	Resistor	7 buah
3	Kapasitor	1 buah
4	Op-amp OP07	1 buah
5	Photodiode 940nm	1 buah
6	LED Infrared 940nm	1 buah
7	Arduino Nano	1 buah

Alat yang telah dibuat. perancangan terbagi menjadi dua macam yakni perancangan secara *hardware* dan perancangan secara *software*..



Gambar 1. Alur rangkaian software dan hardware

Perancangan dari segi *hardware* terbagi menjadi beberapa rangkaian yang menjadi satu 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. Pada bagian perancangan *hardware* juga turut dengan penampil berupa rangkaian mikrokontroler yang terhubung dengan LCD 16x2 dengan masing-masing pin terhubung dari fungsi satu sama lainnya. Percobaan yang dilakukan meliputi 3 sampel pengukuran menggunakan jari tangan yang diletakkan pada tabung yang tersedia antara sensor photodiode dan LED inframerah.

Perancangan yang bersifat *software* dilakukan pada perangkat arduino nano yang berkemampuan untuk diberikan 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.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Rangkaian *Voltage Divider*

Rangkaian *voltage divider* yang terdiri dari dua buah komponen resistor yang dirangkai dengan teori dasar perhitungan yakni berdasarkan dari persamaan:

$$V = V1 \cdot \left(\frac{R2}{R1+R2}\right) \tag{1}$$

Dengan tegangan masukan sebesar 5 volt, dan tegangan yang diinginkan untuk dialirkan ke rangkaian berikutnya sebesar 1 volt. Dapat dikalkulasikan bahwa besaran yang didapatkan terhadap resistor sebesar 200 ohm dan 56 ohm.

Namun demikian, pada komponen yang ditemukan sebesar 200 ohm dan 56 ohm sehingga untuk kalkulasi tegangan output dari teori dasar sebesar 1.094 volt yang mengalir pada rangkaian selanjutnya menuju *photodiode*.

Analisis Rangkaian Low Pass Filter

Rangkaian low pass filter melakukan filter terhadap sinyal yang tinggi atau *high* dan melewatkan sinyal yang rendah atau *low*. Dari persamaan:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \tag{2}$$

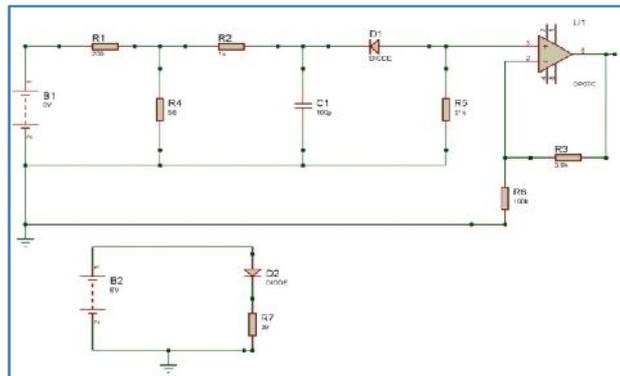
Didapatkan harga frekuensi yang dilewatkan sebesar 1592,35668 Hz sesuai dengan jurnal dari Dino Sia.

Analisis Rangkaian Operational Amplifier

Rangkaian *non-inverting amplifier* menggunakan OP07 yang merupakan IC (*integrated circuits*) dengan derau rendah atau *low noise*. besar tegangan yang memasuki v input op-amp sebesar 0.89 volt sampai dengan 0.92 volt. Kalkulasi dari rangkaian op-amp dengan persamaan:

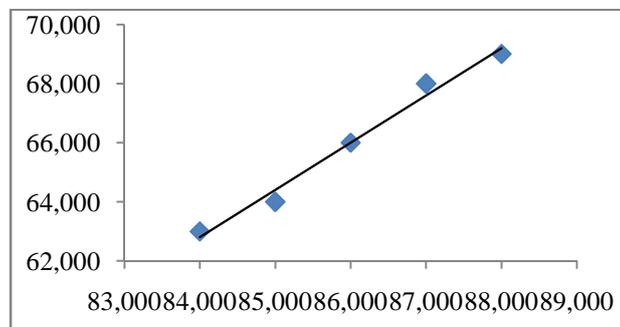
$$V_{out} = V \cdot \frac{R2}{R1+R2} \tag{3}$$

Dihasilkan tegangan yang terukur pada keluaran op-amp sebesar 0.40 volt sampai dengan 0.45 volt.



Gambar 2. Rangkaian keseluruhan detektor glukosa darah secara *Non-Invasive*

Percobaan pertama menggunakan sampel dilakukan dengan pengukuran jari tangan yang dimasukkan kedalam tabung yang terdapat sensor *photodiode* dan LED *infrared*.



Gambar 3. Percobaan jari tangan 1

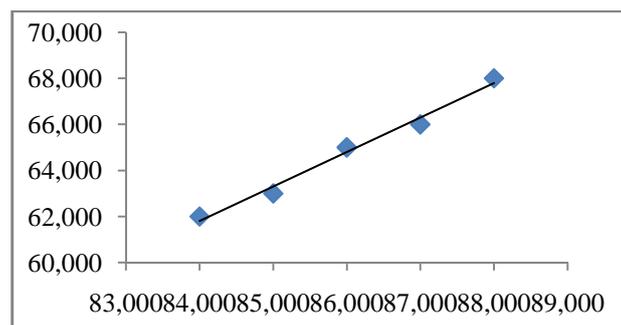
- a. Pengukuran pada jari tangan 1 dengan sensor maksimal 84.000 sebesar 63.000 pada takaran glukosa yang dibandingkan dengan teknik *invasive* sebesar 156 mg/dL.

- b. Pengukuran pada jari tangan 1 dengan sensor maksimal 85.000 sebesar 64.000 pada takaran glukosa yang dibandingkan dengan teknik *invasive* sebesar 156 mg/dL.
- c. Pengukuran pada jari tangan 1 dengan sensor maksimal 86.000 sebesar 66.000 pada takaran glukosa yang dibandingkan dengan teknik *invasive* sebesar 156 mg/dL.
- d. Pengukuran pada jari tangan 1 dengan sensor maksimal 87.000 sebesar 68.000 pada takaran glukosa yang dibandingkan dengan teknik *invasive* sebesar 156 mg/dL.
- e. Pengukuran pada jari tangan 1 dengan sensor maksimal 88.000 sebesar 69.000 pada takaran glukosa yang dibandingkan dengan teknik *invasive* sebesar 156 mg/dL.

Tabel 3. Percobaan jari tangan 1

No.	Keterangan	Keterangan	
	Gula Darah	27 Tahun	173 cm
		70 Kg	Laki-Laki
		Sensor Max	Pengukuran
1	156 mg/dL	88.000	69.000
2	156 mg/dL	87.000	68.000
3	156 mg/dL	86.000	66.000
4	156 mg/dL	85.000	64.000
5	156 mg/dL	84.000	63.000

Dengan gula darah yang terukur pada alat dengan teknik *invasive* sebesar 100.7 mg/dL, dapat diketahui pengukuran dengan teknik non-invasive dengan sensor minimum 84.000 sebesar 62.000 dan sensor maksimum 88.000 sebesar 68.000.



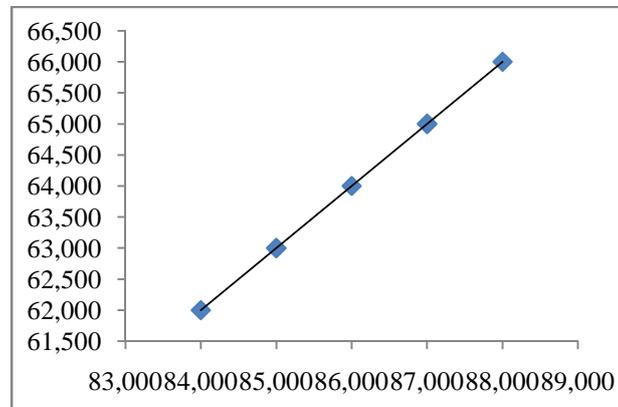
Gambar 4. Percobaan jari tangan 2

- a. Pengukuran yang dilakukan pada sensor maksimal 84.000 sebesar 62.000 dengan kadar gula darah sebesar 100.7 mg/dL.
- b. Pengukuran yang dilakukan pada sensor maksimal 85.000 sebesar 63.000 dengan kadar gula darah sebesar 100.7 mg/dL.
- c. Pengukuran yang dilakukan pada sensor maksimal 86.000 sebesar 65.000 dengan kadar gula darah sebesar 100.7 mg/dL.
- d. Pengukuran yang dilakukan pada sensor maksimal 87.000 sebesar 66.000 dengan kadar gula darah sebesar 100.7 mg/dL.
- e. Pengukuran yang dilakukan pada sensor maksimal 88.000 sebesar 68.000 dengan kadar gula darah sebesar 100.7 mg/dL.

Tabel 4. Percobaan jari tangan 2

No.	Keterangan	Keterangan	
	Gula Darah	53 Tahun	165 cm
		55 Kg	Perempuan
		Sensor Max	Pengukuran
1	100.7 mg/dL	88.000	68.000
2	100.7 mg/dL	87.000	66.000
3	100.7 mg/dL	86.000	65.000
4	100.7 mg/dL	85.000	63.000
5	100.7 mg/dL	84.000	62.000

Dengan gula darah yang terukur pada alat dengan teknik invasive sebesar 120 mg/dL, dapat diketahui pengukuran dengan teknik non-invasive dengan sensor minimum 84.000 sebesar 62.000 dan sensor maksimum 88.000 sebesar 66.000.



Gambar 5. Percobaan jari tangan 3

- Pengukuran pada sensor maksimal 84.000 sebesar 62.000 pada kadar gula sebesar 120 mg/dL.
- Pengukuran pada sensor maksimal 85.000 sebesar 63.000 pada kadar gula sebesar 120 mg/dL.
- Pengukuran pada sensor maksimal 86.000 sebesar 64.000 pada kadar gula sebesar 120 mg/dL.
- Pengukuran pada sensor maksimal 87.000 sebesar 65.000 pada kadar gula sebesar 120 mg/dL.
- Pengukuran pada sensor maksimal 88.000 sebesar 66.000 pada kadar gula sebesar 120 mg/dL.

Tabel 5 Percobaan jari tangan 3

No.	Keterangan Gula Darah	Keterangan	
		31 Tahun	164 cm
		73 Kg	Perempuan
		Sensor Max	Pengukuran
1	120 mg/dL	88.000	66.000
2	120 mg/dL	87.000	65.000
3	120 mg/dL	86.000	64.000
4	120 mg/dL	85.000	63.000
5	120 mg/dL	84.000	62.000

Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pengukuran pada inputan *operational amplifier* dengan besar antara 0.89 volt sampai 0.92 volt dengan hasil pengukuran pada keluaran *operational amplifier* sebesar 0.42 volt sampai 0.45 volt untuk kestabilan, analisis dan perbandingan percobaan dengan dasar teori yang memungkinkan penguatan sampai sebesar 5 volt dimana tegangan akan jatuh pada kisaran dibawah 0.2 volt untuk outputnya.
- Pengukuran perbandingan untuk kadar dekstrosa berupa kurva linier dengan hasil dari glukosa terkecil sebesar 0.405552995 volt pada maksimal sensor sebesar 84.000 pada kadar dekstrosa 1000 mg/dL dan hasil pengukuran dekstrosa terbesar sebesar 0.459444212 volt pada sensor maksimal 95.000 dengan kadar dekstrosa sebesar 100 mg/dL.
- Pengukuran minimal untuk ketiga sampel dengan perbandingan teknik *invasive* dengan teknik *non-invasive* terukur dengan minimal pembacaan sensor sebesar 62.000 pada sensor maksimal 84.000 dengan glukosa darah sebesar 100.7 mg/dL dan pembacaan sensor sebesar 69.000 pada sensor maksimal 88.000 dengan gula darah sebesar 156 mg/dL.

Saran

Saran yang diperlukan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

- Peningkatan kestabilan alat ukur pada pembacaan voltase dari sensor.
- Penambahan macam sampel pasien untuk dijadikan kalibrasi alat ukur.
- Penambahan *database* untuk rincian agar langsung dapat digunakan pada tingkatan pasaran.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada LPPM Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Daftar Pustaka

- Anwar, Bobby Irfanudin; Patmasari, Raditiana. (2016). Perancangan dan Implementasi Alat Pengukuran Kadar Glukosa Dalam Darah Secara Non-Invasive Berbasis Arduino. *E-Proceeding Of Engineering.Vol.3.4665-4668*.
- Abidin, M.Taufiq; Rosli, Mohd Khairul; (2013). Initial Quantitative Comparison of 940nm and 950nm Infrared Sensor Performance for Measuring Glucose Non-Invasively. *IEEE International Conference on Smart Instrumentation Measurement and Applications*.
- Buda, R.A; Addi, M.Mohd;(2014). A Portable Non-Invasive Blood Glucose Monitoring Device. *IEEE Conference on Biomedical Engineering and Science. 964-969*.
- InternationalDiabetesFederation.2016.https://www.idf.org/component/attachment_s.html.17 Februari 2018
- Menon, K A Unnikrishna; Hemachandran, Deepak; (2013). A Survey on Non-Invasive Blood Glucose Monitoring Using NIR. *IEEE International Conference on Communication and Signal Processing*.
- Sia, Dino. (2010). Design of a Near Infrared Device for the study of Glucose Concentration Measurements. Bachelor of Engineering. MacMaster University. *Processing.1069-1072*.
- .